



Moneta e Credito

vol. 72 n. 288 (dicembre 2019)

Articolo originale

Schemi di pagamento e valute virtuali

GIANNI BONAIUTI*

Il lavoro inquadra il possibile utilizzo delle monete digitali all'interno di sistemi di pagamento privati non regolamentati, fondati su registri decentralizzati, senza l'intervento di banche centrali o altri intermediari. Con riferimento all'esperienza del Bitcoin, si discute se possa essere una valida alternativa ai mezzi di scambio tradizionali, mettendo in evidenza alcuni aspetti critici dello schema che ne permette la circolazione. Il recente andamento di questa criptovaluta sembra legato più a motivi finanziari che non ad esigenze transattive, in contrasto con le finalità originarie.

Payment schemes and virtual currencies

The paper deals with digital currencies and their use in private, not regulated, payment systems. These are based on a decentralized ledger, free from central banks or other financial intermediaries. With regard to the Bitcoin, one wonders if it could be an alternative to the existing means of exchange, highlighting some critical aspects of its transfer scheme. Recent developments suggest that this cryptocurrency meets financial motives rather than payment needs, conflicting with its initial purposes.

Università di Siena,
email: bonaiuti@unisi.it

Per citare l'articolo:

Bonaiuti G. (2019), "Schemi di pagamento e valute virtuali", *Moneta e Credito*, 72 (288): 389-415

DOI: https://doi.org/10.13133/2037-3651_72.288_6

JEL codes:

E40, E42

Keywords:

Bitcoin, Payment system, Cryptocurrencies

Homepage della rivista:

<http://www.monetaecredito.info>

Il processo di digitalizzazione ha dato impulso a numerose esperienze di pagamento diverse da quelle tradizionali, sia per la procedura che per il mezzo di scambio a cui si fa ricorso. Tali schemi traggono origine dal concorso di più fattori, la cui rilevanza si è modificata nel corso del tempo:¹ mentre all'inizio la minore onerosità nei trasferimenti di piccole somme di denaro appariva predominante, in seguito si sono aggiunte altre motivazioni, come la riservatezza nello scambio di fondi² e la promozione di relazioni commerciali a livello locale. Negli ultimi anni, tuttavia, un crescente interesse a sviluppare schemi di pagamento (e mezzi di scambio) alternativi a quelli esistenti è venuto dagli operatori finanziari, alla ricerca di maggiore efficienza e nuove opportunità di profitto, al di fuori degli attuali vincoli regolatori.³

* Ringrazio Mario Tonveronachi e due anonimi referee per i commenti ad una precedente versione del lavoro, restando responsabile per eventuali errori e imprecisioni.

¹ Per una analisi dei principali fattori, distinti dal punto di vista dell'offerta e della domanda dei servizi di pagamento, si veda CPMI (2015, pp. 7-10).

² La questione circa l'anonimato delle transazioni effettuate nello schema Bitcoin ha sollevato numerose controversie ed è tuttora oggetto di un ampio dibattito. Per un inquadramento, si rinvia alle considerazioni espresse in Yousaf et al. (2019), e al lavoro di Reid e Harrigan (2013).

³ In modo sempre più intenso, hanno manifestato la loro attenzione al fenomeno delle nuove forme di pagamento anche grandi società attive nei settori commerciale e tecnologico, puntando a realizzare una sinergia con le attività già svolte.



L'analisi delle diverse forme di moneta digitale utilizzate, in stretta dipendenza con il loro difficile inquadramento entro una qualche cornice di tipo giuridico-formale,⁴ rileva sul piano economico per gli aspetti istituzionali e di policy, quale conseguenza delle molteplici funzioni in cui si pensa di impiegare tali entità; inoltre, l'imponente crescita del fenomeno – al momento più in termini di annunci e progetti che di uso effettivo presso gli utenti finali⁵ – ha riaperto la discussione sull'opportunità che la moneta e i circuiti che ne permettono lo scambio siano soggetti a forme di controllo di tipo pubblico.⁶ È infatti da accertare se davvero la proliferazione di iniziative che apertamente si pongono in concorrenza con quelle tradizionali, vigilate o regolamentate da autorità pubbliche, possa contribuire ad un effettivo miglioramento delle condizioni di efficienza e sicurezza di quello che viene chiamato "ecosistema dei pagamenti". Dall'analisi dello schema di più lunga data, quello del Bitcoin, ormai di durata decennale, si possono individuare aspetti critici legati alla sua architettura, non istituzionalizzata, e tali da far sorgere legittimi dubbi sulle possibilità di affermazione globale di forme e mezzi di pagamento del genere.

Nel paragrafo 1 si riprendono alcune idee espresse da Giannini (2004), per individuare se e come i fattori da cui dipende l'evoluzione degli schemi di pagamento possano favorire l'introduzione di monete digitali; di seguito, nel paragrafo 2, vengono esaminate le caratteristiche delle varie forme di valute virtuali, mettendo in evidenza le condizioni necessarie per una loro affermazione come alternativa alle monete tradizionali; nel paragrafo 3, lo schema Bitcoin è preso come riferimento per valutare gli incentivi e le possibili criticità che emergono in un sistema di pagamento privato ma condiviso da una pluralità di operatori, che ne possono contraddire le finalità originarie. Nel paragrafo 4, infine, vengono proposte alcune riflessioni di sintesi sui motivi per i quali gli schemi di pagamento innovativi non sembrano ancora in grado di costituire una valida alternativa a quelli esistenti.

1. Tecnologie di pagamento e forme di moneta

All'interno di uno schema di pagamento l'uso dei tre tipi di moneta esistenti (legale, bancaria, elettronica) per trasferire potere di acquisto quale corrispettivo di una transazione, prefigura un ruolo diverso del soggetto che emette proprie passività, usate quale mezzo di scambio: mentre l'accettabilità della moneta legale deriva da un atto impositivo dello Stato, l'uso della moneta bancaria ed elettronica si fonda su un rapporto fiduciario che determina un comportamento convenzionale da parte degli utilizzatori. Viene accettata perché tutti fanno altrettanto (la cosiddetta trilateralità⁷) e perché esiste una infrastruttura che ne consente l'agevole utilizzo: ad esempio la rete di punti di accesso al circuito dei pagamenti, come i terminali installati presso gli esercenti. Il rapporto fiduciario, in questo caso, consiste nella possibilità per il beneficiario di un pagamento, di ottenere a richiesta la conversione in moneta legale degli importi ricevuti, oppure di riutilizzarli a sua volta in altre transazioni.⁸

⁴ Si rinvia a EBA (2019).

⁵ Secondo ECB (2019, p. 12), tra l'aprile del 2013 e il gennaio del 2019 le esperienze di valuta digitale sono aumentate da 7 a circa 1900.

⁶ Per una posizione in tal senso si veda Ametrano (2016).

⁷ Significa che il mezzo di scambio riconosciuto valido per concludere una transazione bilaterale può essere utilizzato anche nei confronti di terzi.

⁸ Questo è possibile perché l'assetto regolatorio pubblico contribuisce alla fiducia verso il sistema bancario nel suo complesso.

In entrambe le forme monetarie (moneta bancaria o elettronica), la regolarità del processo di trasferimento si avvale di un insieme di registri centralizzati, nei quali vengono contabilizzati i movimenti effettuati da coloro che prendono parte come utenti alla procedura di pagamento.⁹ L'introduzione della *e-money*, intesa come un importo di unità monetarie caricato su un supporto e accettato da soggetti diversi dall'emittente, consente un pagamento in forma elettronica, anche senza disporre di un preesistente rapporto di conto corrente bancario, coinvolgendo così in tale funzione altre categorie di operatori.¹⁰

Utilizzando moneta legale, il perfezionamento del pagamento avviene nel momento in cui la moneta fisicamente 'passa di mano', e dunque l'unico prerequisito è la garanzia che il mezzo di scambio in circolazione non sia contraffatto.¹¹ La procedura di trasferimento è, in questo caso, di tipo *peer-to-peer* e può avvenire in modo decentralizzato, in quanto non richiede registrazioni per l'accertamento di chi detiene la moneta utilizzata.

Nelle passività dell'emittente pubblico, cioè dello Stato per il tramite della banca centrale, tuttavia, si trova anche un mezzo di scambio, riservato alle transazioni che avvengono tra operatori bancari. Si tratta della moneta di banca centrale, cioè della liquidità detenuta dalle singole banche operanti nel sistema economico, non destinata alla circolazione – come la moneta legale – ma che svolge un ruolo determinante nelle procedure di pagamento effettuate con moneta bancaria. Il regolamento dei pagamenti interbancari, infatti, può avvenire su conti intrattenuti presso la banca centrale, oppure avvalendosi di un soggetto privato.¹² La prevalenza nel ricorso alla prima forma – oltre che da un criterio di economicità – è favorita dalla imposizione di un vincolo di riserva obbligatoria, che può essere assolto solo con moneta di banca centrale, detenuta in un conto presso di essa. Anche in questo caso, la regolarità dei processi di scambio, non accessibili al pubblico, ma disponibili per il settore bancario, avviene sulla base della contabilizzazione in registri centralizzati dei movimenti intercorsi tra gli operatori.

Dunque, in un sistema dei pagamenti, forme pubbliche e private di moneta coesistono e la scelta circa il loro utilizzo in una relazione di scambio risente di un bilanciamento tra più esigenze, come la praticità di uso¹³ (in sostanza la sua facile accettazione, cioè la spendibilità), l'economicità (tempi e tariffazione), la sicurezza (rischi di perdita, deterioramento o annullamento, furto). Quali che siano le scelte da parte degli utenti finali, le tre forme di moneta presentano un tratto comune: la loro tutela e la regolarità delle procedure che ne garantiscono l'accettazione costituiscono una funzione di interesse pubblico, e per tale ragione esse rientrano in un regime vincolistico di controlli, indipendentemente dal soggetto emittente. Gli utenti sono in grado di usare le diverse forme monetarie, in quanto hanno la consapevolezza che tale funzione – definita di regolazione o di sorveglianza – è assicurata da un soggetto 'esterno' che non interviene nella procedura di pagamento.¹⁴

⁹ Occorre ricordare la differenza tra moneta, o ciò che si trasferisce in una relazione di scambio (mezzo di scambio), e strumento di pagamento, cioè l'entità che consente di avviare e completare la procedura di trasferimento del mezzo di scambio. Come è ben noto, i due concetti coincidono solo usando moneta legale.

¹⁰ In analogia con quanto si verifica per l'attività monetaria delle banche, per operare in qualità di istituto che emette moneta elettronica è necessario rispettare una serie di vincoli, imposti a tutela degli utenti di questa forma monetaria, promuovendone, così, l'accettazione.

¹¹ Pur non essendo moneta fiduciaria, la moneta legale presuppone il riconoscimento dell'autorità statale e quindi la fiducia che l'ordinamento di cui essa è espressione permanga nel tempo.

¹² Ovviamente i requisiti richiesti dipendono dalla scelta del sistema di trasferimento interbancario a cui gli operatori decidono di aderire: niente vieta che il regolamento interbancario possa avvenire usando una passività di un emittente privato, scelto come agente di regolamento.

¹³ Si vedano i criteri elencati in Mancini-Griffoli et al. (2018, p. 10).

¹⁴ Si rinvia a trattazioni più specifiche per la definizione dei concetti di base come Padoa Schioppa (1992), e Kokkola (2010).

Per comprendere se una nuova entità possa assumere la funzione di moneta, si può usare il concetto di tecnologia di pagamento introdotto da Giannini (2004, p. 52): la natura monetaria non si afferma di per sé, ma è sempre legata ad un ambito istituzionale in cui devono essere soddisfatte alcune esigenze, che consistono in una modalità condivisa di misura dei valori, in una procedura – non necessariamente coincidente con il passaggio materiale del bene o servizio scambiato – che estingua la conseguente obbligazione monetaria; e infine in una relazione tra il valore dell'unità di conto e quella del mezzo di scambio.

Nel corso del tempo, si osserva come questi tre aspetti possano modificarsi, dando così origine ad una evoluzione delle tecnologie di pagamento e anche delle forme monetarie ad esse associate, ma senza che l'una sia necessariamente la conseguenza dell'altra. Se infatti una nuova forma di moneta deve comprendere anche un nuovo schema (tecnologia) di pagamento, non è vero il contrario. I fattori di cambiamento, in base al criterio applicato da Giannini seguendo l'approccio neo-istituzionalista, deriverebbero dalle esigenze che si manifestano in dipendenza di variazioni nelle forme e nelle condizioni di scambio: ad esempio per quanto riguarda l'importo, o il differimento spaziale e temporale. Deve trattarsi di esigenze nuove rispetto a quelle del periodo precedente, che evidenziano la difficoltà nel continuare a utilizzare le tecnologie di pagamento esistenti, e quindi in grado di incentivare l'introduzione di altre del tutto diverse.¹⁵ Ciò avviene tutte le volte che una tecnologia di pagamento già presente incontra dei limiti ad adattarsi alle mutate condizioni in cui avvengono i trasferimenti monetari, e quindi determina un aggravio dei costi di transazione, che Giannini (2004, pp. 85-86) definisce "costo della inflessibilità". Con questa chiave di lettura si interpreta, ad esempio, l'evoluzione dalla forma di moneta-merce a quella di moneta cartacea (prima convertibile, e poi inconvertibile); nello stesso senso si spiega l'affermazione della moneta bancaria – dapprima definita moneta scritturale – convertibile in moneta legale. Allo stesso modo, anche l'origine della *e-money*¹⁶ – la cui gestione dipende da un processo (e richiede un apparato) di tipo elettronico – può essere ricondotta all'esigenza di modalità di pagamento più semplici, rispetto all'utilizzo di moneta bancaria.¹⁷

L'analisi sviluppata da Giannini è importante per più motivi: egli suggerisce una serie di criteri con i quali interpretare l'evoluzione dell'attività di pagamento, segnatamente con riferimento alle implicazioni per gli schemi operativi delle banche centrali, ma che possono essere estesi per ricomprendervi le recenti dinamiche riguardanti l'attività di pagamento al dettaglio e le eventuali nuove forme di moneta. Egli individua nei costi di inflessibilità l'elemento che, all'inizio del nuovo secolo, avrebbe sollecitato una modifica degli assetti entro cui avvenivano i pagamenti interbancari di elevato importo. Tali assetti sembravano evolvere verso una privatizzazione delle funzioni sino ad allora svolte da istituzioni pubbliche, i cui costi e vincoli erano ritenuti dagli operatori come troppo onerosi.¹⁸ L'obiettivo di migliorare

¹⁵ Poiché secondo Giannini (2004, pp. 72-73), una condizione essenziale per il mantenimento di una tecnologia di pagamento è il suo grado di adattabilità, è possibile una classificazione rispetto all'asse inflessibilità/flessibilità.

¹⁶ Da non confondere con gli strumenti di pagamento elettronici che utilizzano quale mezzo di scambio la moneta bancaria.

¹⁷ A livello europeo questo obiettivo è stato perseguito nell'ambito del progetto Sepa, (*Single Euro Payments Area*) che permette a tutti i cittadini l'accesso a condizioni uniformi al sistema dei pagamenti. La realizzazione della Sepa ha consentito alle carte prepagate di avere un codice di indirizzamento, permettendone quindi l'utilizzo in procedure *end-to-end* senza il collegamento ad un conto corrente bancario dell'originante.

¹⁸ Il dibattito sui rischi nei pagamenti interbancari derivanti da una intensificazione delle transazioni, dovute soprattutto alla crescita della sovrastruttura finanziaria, hanno poi portato ad una introduzione generalizzata dei sistemi di pagamento lordo in tempo continuo, ma al tempo stesso i maggiori oneri connessi alla gestione dei flussi

l'efficienza, e ridurre alcune forme di rischio, nel caso dei pagamenti di elevato importo, dove velocità e costi assumono un forte rilievo, ha prodotto nel tempo una convergenza verso sistemi di regolamento in tempo reale, gestiti su base pubblica.¹⁹

Nei fattori di cambiamento, evidenziati dal Comitato per le infrastrutture di pagamento della Banca dei Regolamenti Internazionali (BRI), si colgono molte delle affermazioni già individuate da Giannini, come il ruolo fondamentale dal lato dell'offerta, motivato da esigenze di profitto e le mutate esigenze dal lato della domanda:²⁰ vi sarebbe una convergenza di interessi tra utenti e fornitori di servizi finanziari, che il sistema bancario non sarebbe riuscito ad intercettare, lasciando ampio spazio a chi offre nuove modalità di pagamento (Johnson e Pomorski, 2014; Barba Navaretti et al., 2017). La crescita delle transazioni attraverso la rete internet ha favorito miglioramenti in termini di velocità di esecuzione, semplicità di utilizzo e riduzione nei costi, ma ha promosso anche lo sviluppo di entità digitali, che si sono affiancate alle forme di moneta esistenti. Diversamente da quanto ci si attendeva solo pochi anni fa, quando l'applicazione di nuove tecnologie ai pagamenti era all'esordio, l'impulso a introdurre soluzioni innovative non è venuto tanto dagli operatori della telefonia mobile e della grande distribuzione organizzata (GDO), ma da alcuni grandi produttori di *hardware* e società di commercio elettronico. Gli operatori nel settore delle telecomunicazioni e in quello della GDO tradizionale, infatti, hanno risentito della compressione dei loro margini di profitto, dovuta ad una intensificazione della concorrenza tra i diversi *players* e alla riduzione generalizzata nei consumi dopo la crisi.

Al contrario, i fornitori di *hardware* e i gestori di piattaforme informatiche hanno usufruito di condizioni più favorevoli, potendo accedere ad una utenza più disponibile ai cambiamenti, e ad una crescita imponente dei loro affari.²¹ La natura delle loro attività, inoltre, li pone in una posizione privilegiata nel disporre di un canale di contatto con gli utenti, mediante il quale attivare future iniziative di innovazione nei pagamenti. Nella nuova ondata innovativa che sta caratterizzando l'attuale ecosistema dei pagamenti, il ruolo di catalizzatore, in precedenza giocato dalle autorità monetarie, sembra adesso di pertinenza di altre figure, che mostrano un vantaggio competitivo nello svolgerla. Tale vantaggio è riconducibile alla facilità con cui gli *accounts* già esistenti, presso piattaforme elettroniche di tipo commerciale o relazionale, costituiscono dei potenziali punti di accesso alla rete dei pagamenti, richiedendo solo una funzionalità aggiuntiva di integrazione. I gestori di tali piattaforme sono in grado di sfruttare economie di scopo, in quanto gli schemi innovativi di pagamento possono diventare complementari alla erogazione di altri servizi, di tipo finanziario e non, restringendo il ruolo degli operatori tradizionalmente impegnati in tali attività, come banche e poste.²²

di liquidità hanno stimolato l'offerta di nuovi servizi di regolamento da parte anche di soggetti privati. Sul punto si rinvia a Giannini (2004, p. 440).

¹⁹ Il fatto che una condizione per accedere alle operazioni di liquidità con le banche centrali sia la partecipazione ai loro sistemi di regolamento sicuramente ha favorito tale tendenza. Vedi l'esempio di Target in Europa e del sistema Fedwire negli Stati Uniti. Anche laddove si osserva l'esistenza di sistemi *Large value* di tipo privato, come ad esempio Euro 1, si prevede comunque una qualche forma di regolamento definitivo a fine giornata a valere sui conti delle banche centrali.

²⁰ Giannini sosteneva la centralità del ruolo svolto dall'imprenditore nell'ispirare una tendenza al cambiamento.

²¹ Il riferimento è a società con proiezione globale come Samsung, Apple, Amazon, Alibaba, Google e Facebook.

²² Inoltre, l'analisi della dinamica con cui in alcune aree potenzialmente a forte sviluppo (Africa, Asia) si stanno diffondendo nuove procedure di pagamento consente di individuare caratteristiche utilmente applicabili a economie e schemi di pagamento consolidati.

Al di là delle molteplici cause individuabili, la tendenza assume grande rilievo per aver dato vita a forme di moneta ‘virtuale’, da utilizzare in ambito globale,²³ oltre che a monete ‘alternative’ o ‘complementari’, create a supporto degli scambi, in specifici ambiti territoriali.²⁴

2. Un inquadramento delle valute virtuali

Trascurando casi più lontani nel tempo,²⁵ convenzionalmente possiamo individuare all’inizio nel 2009 l’avvio dell’esperienza delle valute virtuali, con lo schema di pagamento Bitcoin: per un certo periodo, le riflessioni sulle monete digitali hanno coinciso con l’analisi delle modalità innovative in cui si usano mezzi di scambio tradizionali, ma in seguito i due temi sono stati nettamente distinti. Poiché entrambi i fenomeni si inseriscono in una fase evolutiva innescata dai cambiamenti tecnologici, spesso i pagamenti innovativi (specie se fatti in mobilità, cioè svincolati dalla tradizionale rete di punti di accesso al sistema dei pagamenti) vengono confusi con le criptovalute, o, più precisamente, criptoattività.²⁶ Si può parlare genericamente di gettoni (*token*) digitali, isolando al loro interno le *virtual currencies* e distinguendole da altre entità digitali, usate in schemi di pagamento e definite *come payments token*,²⁷ ma assistite da una qualche forma di garanzia per limitarne la volatilità, di solito incardinata nelle modalità di funzionamento della specifica piattaforma emittente.²⁸

Una copiosa letteratura, inoltre, ha discusso non tanto le varie tipologie di strumento digitale usato per finalità transattive e finanziarie, ma il supporto tecnico-organizzativo che rende possibile la loro circolazione senza l’intervento di terze parti: la procedura di tipo *Blockchain*. Questa metodologia di registrazione e validazione di un insieme di scambi – di cui questo lavoro non si occupa – rappresenta l’effettivo elemento di innovazione legato alle valute digitali e può essere applicata a numerosi altri settori di attività.

Il discorso sulle *virtual currencies* può essere affrontato in modo autonomo, considerandone le prospettive di sviluppo²⁹ e le principali criticità; al momento, l’esperienza di maggiore durata, e che risulta più nota, è quella dello schema Bitcoin, ma dopo il suo avvio

²³ Alle nuove entità digitali si possono attribuire numerose funzioni quali: unità di conto all’interno di gruppi finanziari o industriali, mezzo di scambio, buono di acquisto, gettone per giochi on line, bene speculativo, strumento per trasferimento transfrontaliero di fondi, entità finanziaria a supporto di iniziative imprenditoriali.

²⁴ Oltre alle cosiddette criptovalute, vanno considerati altri mezzi di scambio, a circolazione prevalentemente locale. Si tratta delle cosiddette monete regionali, o monete complementari, la cui introduzione è strettamente legata a promuovere lo sviluppo economico di una delimitata area territoriale. Diversamente dalle valute digitali, l’esperienza delle monete complementari è assimilabile alla distribuzione di buoni di acquisto, vincolati ad un rapporto di cambio fisso con la moneta legale, utilizzati grazie all’essenziale apporto di operatori commerciali ed intermediari. In questo ambito, si osservano anche tentativi di estendere il ruolo della moneta, attribuendovi una finalità sociale o mutualistica, peraltro esistente da lungo tempo in alcune esperienze, come ad esempio quella del Wir in Svizzera, descritta in Kalinowsky (2011). Per una rassegna di analoghe iniziative negli Stati Uniti e in Germania si rinvia ai lavori di Collom (2005) e Roesl (2006). Per riferimenti al caso italiano si può vedere Amato e Fantacci (2007) e Regione Lombardia (2014).

²⁵ Ad esempio il caso di Digicash, avviato negli anni novanta; per una elencazione delle prime esperienze di moneta digitale si veda Kreft (2005), p. 287.

²⁶ Come sarà precisato più avanti, le criptovalute sono un sottoinsieme delle valute virtuali. Si veda la classificazione proposta in Caponera e Gola (2019).

²⁷ Per approfondimenti sulla distinzione si rinvia ancora a Caponera e Gola (2019), p. 10. In genere le entità digitali utilizzate all’interno di una piattaforma di *e-commerce* hanno rapporti ben definiti con le valute tradizionali, rientrando in uno degli schemi già ricordati, dove si ammette la conversione in uno oppure in entrambi i sensi.

²⁸ Una trattazione più ampia è contenuta in Eichengreen (2018).

²⁹ Per una panoramica si rinvia ai due rapporti del Parlamento Europeo: Fiedler et al. (2018), Houben e Snyers (2018).

sono stati realizzati numerosissimi schemi di moneta virtuale, all'interno di strutture organizzative assai eterogenee, in cui la decentralizzazione e l'assenza di terze parti di controllo possono presentare caratteristiche molto diverse, senza costituirne l'elemento distintivo. Non vi è, tuttavia, una riconosciuta uniformità nei singoli ordinamenti, in quanto si è tentato di regolamentare tali esperienze secondo le varie funzioni svolte: ad esempio facendole rientrare nell'attività di compravendita di valute estere, oppure in relazione alla loro natura di bene finanziario. Dei criteri abitualmente utilizzati nella valutazione di una entità in quanto moneta³⁰ (unità di conto, mezzo di scambio, riserva di valore), in questo lavoro si è scelto di privilegiare il secondo, inquadrando le monete virtuali soprattutto rispetto alla funzionalità nelle operazioni di pagamento, senza approfondire il loro utilizzo come possibili sostituti di altre forme di impiego della ricchezza.³¹

Se oltre alle forme regolate di moneta si prendono in esame altre entità utilizzabili negli scambi, è possibile articolare una distinzione secondo una matrice a due dimensioni: come risulta nella tabella 1, da un lato si considera la forma monetaria, distinguendo tra monete fisiche (banconote legali o altri titoli documentali) e monete emesse in forma elettronica (depositi bancari, *e-money*, valute virtuali comprese le criptovalute³²); dall'altro lato, in base allo status giuridico, si distingue tra monete oggetto di regolazione da quelle non sottoposte a nessun controllo di tipo istituzionale. Le monete virtuali, secondo questa classificazione, sono mezzi di scambio digitali la cui emissione e circolazione non è definita da alcuna cornice regolatoria.

Tabella 1 – *Le diverse forme di moneta*

		Forma monetaria	
		Fisica	Digitale
Forma giuridica	Non regolata	Alcuni tipi di monete locali	Monete virtuali
	Regolata	Banconote e monete metalliche	Moneta elettronica Moneta bancaria

Fonte: ECB (2012, p. 11).

Le difficoltà a ricomprendere le valute virtuali tra le categorie considerate nei diversi ordinamenti emerge anche dalle varie definizioni che sono state fornite a livello ufficiale: nel 2012 la Banca centrale europea ECB (2012, p. 11) parlava di “un tipo di moneta digitale non

³⁰ Si veda, ad esempio, l'analisi condotta da Lo e Wang (2014).

³¹ Tale scelta dipende dalla interpretazione che si è data al contributo originario di Nakamoto (2018), e quindi è stata fatta solo una breve menzione circa il possibile confronto con l'oro, inteso come strumento finanziario privo di rendimento, che, in molti contributi costituisce un punto di riferimento prioritario nell'analisi delle criptoattività come il Bitcoin.

³² Si definisce criptovaluta un mezzo di scambio in forma digitale la cui esistenza e circolazione è fondata su un algoritmo di crittografia che ne garantisce l'autenticità (non contraffazione) in modo svincolato dalla presenza di una qualche entità istituzionale.

regolata, che è emessa e in genere controllata dai suoi sviluppatori, usata ed accettata dai membri di una specifica comunità virtuale”; e pochi anni più tardi si individuavano le valute virtuali come “una rappresentazione digitale di valore non emessa da una banca centrale, istituto creditizio o istituto di moneta elettronica, che in certe circostanze può essere usata come una alternativa alla moneta” (ECB 2015, p. 33).³³ Nella stessa direzione, si colloca quanto riportato nella Direttiva 843 del 2018 dell’Unione Europea, in materia di misure antiriciclaggio, che emenda un precedente atto del 2015: qui le valute virtuali vengono definite “una rappresentazione di valore digitale che non è emessa o garantita da una banca centrale o da un ente pubblico, non è necessariamente legata a una valuta legalmente istituita, non possiede lo status giuridico di valuta o moneta, ma è accettata da persone fisiche e giuridiche come mezzo di scambio e può essere trasferita, memorizzata e scambiata elettronicamente”.³⁴

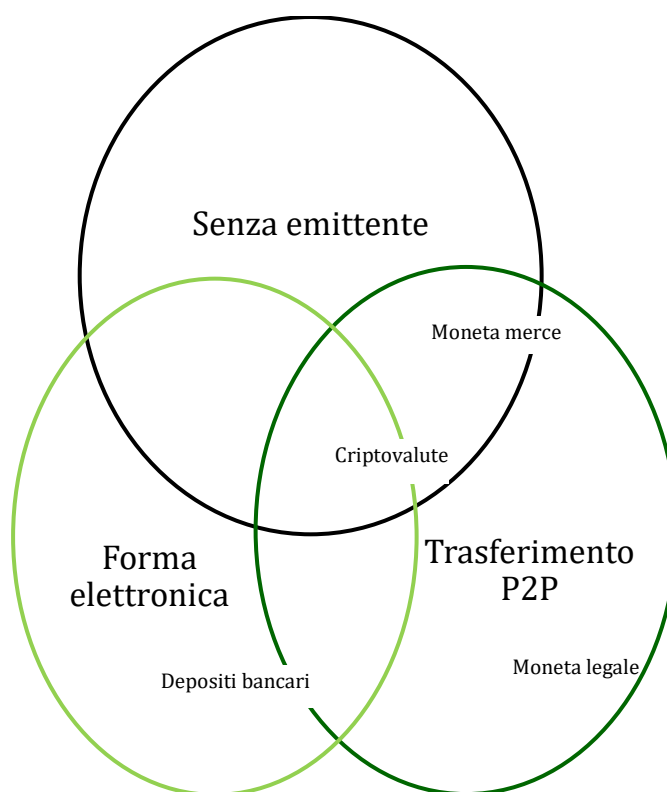
La considerazione della presenza o meno di una procedura tipo *Blockchain* introduce un ulteriore criterio per distinguere tra i mezzi di scambio innovativi, realizzati o progettati in questi anni, quelli che vengono trasferiti su base decentralizzata³⁵ o che non richiedono alcun tipo di contabilizzazione, e quelli che si avvalgono di un sistema di registrazione centralizzato, di natura privata o pubblica. Considerando anche la presenza o meno di un soggetto emittente, si ottiene una rappresentazione come quella utilizzata da Bech e Garrat, utile per cogliere le differenze tra monete tradizionali e non. In questo schema, riportato nella figura 1, le criptovalute sono un esempio di mezzo di scambio senza emittente, in forma elettronica, a trasferimento decentralizzato, senza l’intervento di terze parti (*Peer-to-peer*). La differenza con le valute virtuali consiste nel fatto che queste ultime possono essere supportate da una qualche struttura di controllo, completamente assente, invece, in schemi come quelli del Bitcoin, nei quali l’emissione della criptovaluta non è decisa da nessuna istituzione, ma, fino dall’origine, completamente regolata da un algoritmo.

³³ Secondo la definizione fornita da EBA (2014, p. 11), una moneta virtuale è una “rappresentazione digitale di valore...non necessariamente legata ad una fiat currency, ...usata come mezzo di scambio e ...trasferita, archiviata e scambiata in forma elettronica”.

³⁴ Riportato dal punto 18 della Direttiva (UE) 2018/843 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva (UE) 2015/849 relativa alla prevenzione dell’uso del sistema finanziario a fini di riciclaggio o finanziamento del terrorismo. Come si osserva, si tratta di una definizione molto vicina a quella di EBA (2014).

³⁵ I registri di tipo decentralizzato in cui si tiene traccia dei trasferimenti possono essere a loro volta ad accessibilità incondizionata (*DLT permissionless*), come avviene nel caso del Bitcoin, oppure riservata a operatori che rispettano determinati criteri (*DLT permissioned*). Per una sintesi si veda BIS (2018, pp. 95-98). Il problema è approfondito in CPMI (2017).

Figura 1 – Tipi di moneta utilizzata nei pagamenti



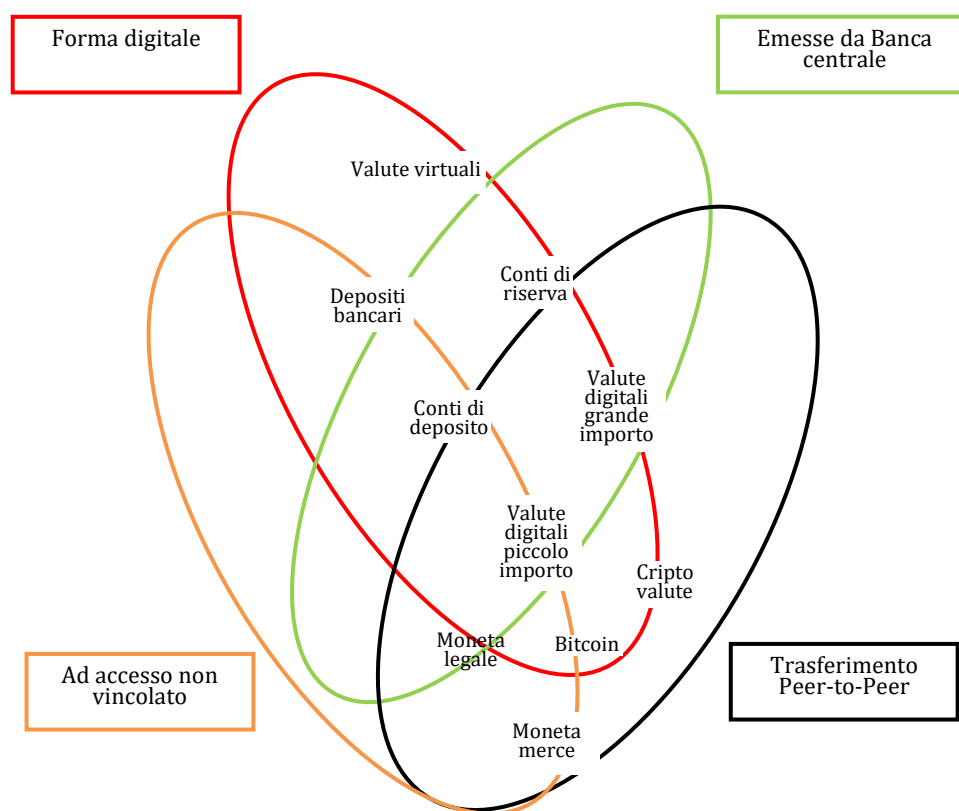
Fonte: Bech e Garrat (2017, p. 59).

Introducendo, poi, i casi in cui l'emittente è la banca centrale, lo schema precedente si trasforma in quello riportato nella figura 2, noto come *Money Flower*,³⁶ in cui è possibile ritrovare tutte le varie forme monetarie menzionate in precedenza. Lo schema Bitcoin fa parte di un sottoinsieme delle valute virtuali decentralizzate, ma utilizzabile liberamente da tutti.³⁷

³⁶ La definizione è utilizzata in Bech e Garrat (2017) e riproposta in BIS (2018).

³⁷ Per distinguerle dalle criptovalute digitali il cui registro, pur su base decentralizzata, non è liberamente accessibile.

Figura 2 – Le diverse forme monetarie secondo un criterio esteso



Fonte: Bech e Garrat (2017, p. 60).

La stessa figura è di aiuto per capire la differenza tra le criptovalute come il bitcoin e le diverse forme di moneta usate come mezzo di scambio: come per il contante, le transazioni sono effettuate in maniera diretta e senza un immediato riscontro nominativo, ma diversamente da questo, vi è la possibilità di tracciare tutti i trasferimenti della valuta digitale. Inoltre, gli scambi in bitcoin avvengono senza l'obbligo di sostenere costi per i servizi forniti da terze parti, come quando si usa moneta bancaria, e soprattutto senza che istituzioni esterne, come le banche o la banca centrale, intervengano per determinare la quantità di unità monetarie. Per questi motivi l'esperienza delle criptovalute viene particolarmente enfatizzata da quanti ritengono che sia possibile e auspicabile sottrarsi al potere monopolistico delle banche centrali, accusate di limitare a loro discrezione i mezzi monetari a disposizione dell'economia. Tale posizione è uno degli argomenti espressi con maggiore veemenza da chi professa teorie di autonomia nazionale nella gestione della moneta – e dunque avversa qualsiasi idea di devoluzione su base federale³⁸ – ma, soprattutto, da chi ritiene non necessario

³⁸ Si tratta di una posizione di tipo radicale espressa più volte dai sostenitori della sovranità monetaria dei singoli paesi.

un controllo pubblico per garantire la stabilità monetaria, risultante da un processo di libera concorrenza tra i diversi mezzi di scambio.

A livello internazionale, l'atteggiamento verso le criptovalute appare alquanto eterogeneo, e riconducibile, secondo una recente ricognizione,³⁹ a tre diversi approcci: quello di vietare l'utilizzo di tali entità (caso cinese), quello di ricomprenderlo entro cornici regolatorie esistenti (caso europeo e in parte degli Stati Uniti), e quello di ammetterlo senza eccessive limitazioni all'interno della struttura finanziaria corrente (caso del Regno Unito e di parte della comunità finanziaria statunitense). Una prima difficoltà è individuare tendenze generali nelle innumerevoli esperienze, prodotte da algoritmi più o meno sofisticati, che vanno da tentativi di creare veri e propri sistemi di pagamento alternativi e globali, a metodi innovativi di raccolta di fondi,⁴⁰ a esperienze di valute virtuali a limitata volatilità, le cosiddette *stablecoin*.⁴¹

Le banche centrali negli ultimi cinque anni sono state concordi nell'attribuire un carattere di marginalità alle esperienze di pagamento effettuate con monete virtuali,⁴² per le limitate dimensioni raggiunte nelle transazioni e per la loro origine "non istituzionale", che, almeno inizialmente, appariva legata anche a motivazioni vagamente ideologiche, e poi, sempre più spesso, a comportamenti illegali.⁴³ Più di recente, tuttavia, gli schemi di pagamento innovativi fondati sulle criptoattività hanno avuto una vasta risonanza per le forti oscillazioni nel valore dei mezzi di scambio utilizzati.⁴⁴

Le autorità monetarie avevano già individuato un elevato rischio nell'utilizzo di tali forme monetarie come riserva di valore,⁴⁵ e nelle esternalità che potrebbero ricadere sulla moneta tradizionale, qualora un default o una crisi negli schemi di *virtual* o *local currencies* provocassero una perdita di fiducia verso i pagamenti in moneta bancaria.⁴⁶ In un secondo

³⁹ Si riprende la distinzione proposta nel lavoro di Caponera e Gola (2019).

⁴⁰ Tramite l'emissione di nuovi *token* digitali, sono state utilizzate dapprima le ICO (*initial coin offering*), poi seguite da altri strumenti per reperire fondi; per una nota informativa sulle diverse modalità permesse grazie allo sviluppo delle criptovalute e delle metodologie di *blockchain*, si rinvia a Sinha (2019).

⁴¹ Eichengreen (2018, pp. 8 e ss.) distingue tra valute digitali in senso stretto, *stable coin* (valute digitali accompagnate da un deposito in *fiat money* presso un operatore finanziario per mantenere il valore alla pari: tale deposito è variabile in relazione alla volatilità della criptovaluta e può arrivare fino al 300%); *stable coin* collateralizzate da valute digitali (e quindi con un *collateral* fluttuante); *stable coin* parzialmente collateralizzate, la cui entità di riserva in *fiat money* o in un paniere di monete è variabile e non resa nota; e infine *stable coin* non collateralizzate. In quest'ultimo caso vi è una procedura automatizzata della piattaforma che vende e acquista le valute virtuali contro titoli, il cui possesso autorizza il detentore a sfruttare eventuali surplus derivanti dal rapporto della cripto valuta oltre la parità con il dollaro. Tutte queste soluzioni presentano qualche criticità, rispetto al mantenimento della fiducia e delle coperture: secondo Eichengreen l'unica possibilità per risolvere il problema è l'emissione di valuta digitale da parte delle banche centrali. Per una analisi delle *stablecoin* si rinvia a Berentsen e Shar (2019).

⁴² Ad esempio Niepelt (2016).

⁴³ Un riferimento ad una visione di tipo ideologico si trova tra i motivi elencati nel Rapporto redatto da Landau e Genais (2018) per il Governo francese; il collegamento tra la nascita delle valute virtuali e i comportamenti illegali è stato ben presente fin dall'inizio: si veda FinCEN (2013) e, più di recente, Roubini (2019). Si vedano anche le considerazioni svolte in BIS (2018, cap. 5, in particolare il grafico V.9 riportato a p. 107).

⁴⁴ Già nell'ottobre 2012, la Banca Centrale Europea non rilevava rischi particolari, proprio per il limitato volume di scambi in monete virtuali. Si veda anche quanto espresso in ECB (2019), secondo cui le criptoattività non sono moneta di qualsiasi tipo, né tradizionale né digitale, e nemmeno uno strumento finanziario che crea diritti verso un emittente: non costituiscono al momento un rischio per la politica monetaria e non rientrano nelle tipologie di strumenti considerate dalle norme europee sui pagamenti.

⁴⁵ Si veda EBA (2014), e, più di recente, ESMA (2019), oltre al *warning* emesso dalle tre autorità europee di vigilanza ESMA EBA EIOPA (2018). In FATF (2019) sono state esplicitamente aggiunte (punto 15) alcune raccomandazioni specifiche riferite agli operatori che assumono posizioni in criptovalute.

⁴⁶ In questo senso, si vedano le conclusioni di Naqvi e Southgate (2013, p. 8). Si sta comunque delineando un atteggiamento di maggiore attenzione verso il fenomeno, come testimoniato dai rapporti dell'Autorità Bancaria Europea, dal divieto nel 2017 della banca centrale cinese di usare valute digitali, e dalle iniziative di inquadramento

momento, però, l'atteggiamento degli organismi internazionali e delle banche centrali sembra essersi modificato, perché se da un lato si continua a concentrare l'attenzione sui rischi connessi ad attività illegali, e su quelli derivanti da "manipolazioni tecnologiche",⁴⁷ dall'altro si considera l'idea che anche le autorità monetarie possano emettere una propria valuta digitale.⁴⁸ Si tratterebbe, in questo caso, di una moneta trasferita anche su base decentralizzata,⁴⁹ ma riconducibile ad una istituzione emittente, così come gli schemi di valute virtuali private, con strutture di governance precostituite, in cui un operatore di riferimento svolge il ruolo di controllore.

Le forme di moneta virtuale su cui merita concentrare l'attenzione, allora, sono quelle accettate su base volontaria, svincolate da qualsiasi altra istituzione pubblica e non regolamentate, il cui trasferimento avviene in base ad un registro decentralizzato ad accesso libero; queste nuove entità digitali, per essere considerate concorrenziali ai mezzi di pagamento tradizionali, dovrebbero mostrare sensibili miglioramenti nella loro economicità e praticità di utilizzo, a parità di condizioni di accessibilità e sicurezza. La loro valutazione non può tuttavia prescindere dagli schemi in cui vengono utilizzate, distinti in base alla proiezione con l'esterno e alla possibilità di scambio con altre valute.

Si osservano tre tipologie di schemi: di tipo chiuso, in cui l'accesso è controllato e dove si possono acquistare solo beni virtuali; di tipo unidirezionale, in cui vi è una conversione iniziale delle monete tradizionali con quelle virtuali, e dove è consentito acquistare merci fisiche o virtuali, ma non è possibile ottenere poi la conversione in altre valute; di tipo bidirezionale, in cui l'accesso è subordinato al possesso della moneta virtuale, spendibile per l'acquisto di beni e servizi, e in cui si ammette anche il processo inverso, di uscita dallo schema. Nei tre i casi le monete virtuali svolgono la funzione di mezzo di scambio, come potrebbe verificarsi per qualsiasi altra entità utilizzata a tale scopo all'interno di una comunità di aderenti: ma solo nel terzo può emergere un problema di stabilità a fini di pagamento, dovuto al rapporto di conversione con altre valute regolamentate. In questo caso, lo schema perde la caratteristica di circuito separato e, di fatto, assume rilevanza l'integrazione o la concorrenza con quelli esistenti.

In un sistema di pagamento privato, dove il mezzo di scambio si trasferisce in modo *peer-to-peer*, il corretto funzionamento del registro decentralizzato diventa cruciale per il mantenimento dello schema, ma è qui che possono emergere le maggiori difficoltà. La possibilità di affermazione su vasta scala di un tale sistema impone un recupero dei costi, e viene a dipendere dagli incentivi ottenuti dagli operatori, che, con la loro azione, garantiscono la regolarità delle transazioni. Una soluzione privata di puro mercato può non rivelarsi efficace,

giuridico negli Stati Uniti. Le autorità dei vari paesi, tuttavia, non intendono riconoscere le *virtual currencies* come monete vere e proprie, perché ciò potrebbe alimentare in chi le detiene l'aspettativa di un intervento di sostegno in caso di crisi. Si veda EBA (2014), FSB (2018), ed EBA (2019); per una ricognizione delle attuali disposizioni sulle valute virtuali si rinvia a Perkins Coie (2019).

⁴⁷ È infatti necessario considerare il problema aggiuntivo della *cybersecurity* in un più generale quadro di resilienza degli strumenti di pagamento e delle relative infrastrutture. Un *cyber attack* non limiterebbe i suoi effetti ad un generico rischio di interruzione del servizio, DOS (*denial of service*), ma potrebbe corrompere l'integrità del processo di formazione e trasmissione delle monete virtuali, rendendole inaffidabili e dunque inutilizzabili.

⁴⁸ Per il momento si tratta di iniziative allo studio, come il Progetto congiunto Stella della Banca Centrale Europea e della Banca centrale del Giappone, o quello svedese E-krona. Analoghi progetti riguardano sia la Federal Reserve sia la Banca centrale cinese. Per una sintesi della posizione europea si vedano gli interventi di Draghi (2019), e Mersch (2019),

⁴⁹ Le banche centrali potrebbero realizzare sistemi di tipo *peer-to-peer* fondati su conti individuali presso una istituzione centrale; tali questioni non vengono affrontate in questo lavoro.

proprio perché quella funzionalità essenziale⁵⁰ – da cui dipende la fiducia nel mezzo di scambio e dunque l'estensione dello schema – potrebbe non essere remunerata in modo adeguato.

Esula dagli scopi di questo lavoro la ricognizione delle numerose esperienze di moneta digitale, articolate in base ai diversi criteri ricordati in precedenza: le ulteriori considerazioni riguarderanno solo il sistema Bitcoin, perché nella sua evoluzione si osservano criticità che possono emergere in schemi di monete non regolamentate e comprometterne il successo.

3. Indicazioni dallo schema Bitcoin

Il sistema Bitcoin, che ha dato origine alla valuta digitale di più lunga data e attualmente con la maggiore capitalizzazione,⁵¹ costituisce un caso di riferimento ampiamente dibattuto a livello internazionale, per valutare potenzialità e limiti di forme monetarie non regolamentate; è uno schema di pagamento di tipo decentralizzato, dove non esiste un soggetto a cui si attribuisce il monopolio di emissione, privo di legami con il sistema bancario o altri intermediari. Il trasferimento di fondi avviene senza i costi dovuti all'intervento di terze parti, che, nei sistemi di pagamento tradizionali, come già ricordato, garantiscono la regolarità del processo, mediante il riscontro effettuato su registri centralizzati. Il controllo sul corretto invio di un importo monetario viene sostituito con un sistema di chiavi elettroniche per la firma delle transazioni,⁵² e, quanto alla garanzia che una stessa somma non sia inviata più volte – il problema del *double spending* – si provvede grazie ad una procedura di crittografia, generata da un algoritmo interno, la cui verifica – o processo di validazione – determina la definitività del pagamento.⁵³

Al suo avvio il Bitcoin si proponeva come una moneta virtuale in grado di unire le caratteristiche del trasferimento *peer-to-peer* di potere di acquisto, (tipico della moneta legale) garantendo la non contraffazione senza l'esistenza di una autorità di controllo (tipica della moneta merce), insieme alla facilità di utilizzo consentita dalla forma elettronica (tipica della moneta bancaria e della *e-money*). Tali caratteristiche venivano considerate sufficienti dall'ideatore del progetto per "produrre fiducia" nell'uso della nuova forma di moneta e, quindi, per garantirne l'accettabilità. Non sarebbe stato necessario, infatti, assicurare – come nella moneta bancaria – un rapporto fondato sulla possibilità di conversione in un'altra moneta, semplicemente perché, nelle intenzioni, il bitcoin doveva costituire un valore di per sé, e non in quanto espressione del valore delle passività di un emittente: un meccanismo di circolazione pressoché analogo all'utilizzo dell'oro, ma in una forma digitale.⁵⁴ La contiguità che si riscontra

⁵⁰ Lo svolgimento di tale attività, definita come validazione, permette di verificare la corretta esecuzione del trasferimento di unità di moneta tra due partecipanti allo schema di pagamento.

⁵¹ Secondo ECB (2019, pp. 11-13), la capitalizzazione totale di tutte le criptoattività era di quasi 100 miliardi di euro all'inizio del 2019, con una diminuzione di oltre sei volte rispetto al picco di 650 miliardi di euro toccato all'inizio dell'anno precedente. L'incidenza della capitalizzazione del Bitcoin si colloca intorno al 55%, in linea con il dato dei dodici mesi precedenti, ma molto al di sotto della quota di quasi il 90% registrata nel primo trimestre del 2017.

⁵² Si rinvia al contributo di Nakamoto (2008); per una descrizione dello sviluppo dello schema Bitcoin si rinvia a Chohan (2017) e Moberg (2018). In Brito e Castillo (2013) si fornisce una chiara sintesi del funzionamento dello schema.

⁵³ Oltre alla definitività, tale procedura garantisce anche la irreversibilità della transazione, contrariamente a quanto può verificarsi nelle operazioni con moneta bancaria.

⁵⁴ Nello stesso senso la posizione di Amato e Fantacci (2018) e di Landau e Genais (2018). Per un approfondimento del Bitcoin come oro digitale si veda anche Ametrano (2017).

tra il bitcoin e l'oro riguarda anche la sua scarsità:⁵⁵ occorre però tener conto che la scarsità dell'oro è, per così dire, legata a elementi oggettivi o strutturali (giacimenti, costi di ricerca e di estrazione), mentre quella del bitcoin sarebbe artificiale, cioè contenuta nell'algoritmo che ne determina la crescita nel tempo.

In modo analogo ad un sistema, in cui si scambia una moneta merce, non sottoposta a coniazione di una entità sovrana, il bitcoin è una moneta priva di un soggetto giuridico a cui imputare le passività, che normalmente costituiscono i mezzi di scambio usati in una economia. La sua diffusione, quindi, non dipende dalle politiche di nessun ordinamento statale esistente, permettendone il libero uso su scala globale:⁵⁶ la decisione di accettarla, effettuando transazioni in bitcoin, avvia un processo che aumenta il numero di bitcoin in circolazione, secondo un algoritmo interno, che stabilisce anche la quantità massima di moneta virtuale che è possibile generare, fissato a 21 milioni di unità. Tuttavia è sul versante dell'offerta che si addensano le maggiori criticità, perché al suo interno vi sono elementi in grado di corrompere la logica stessa dello schema di pagamento.

L'offerta di nuovi bitcoin, come è noto, è legata al processo di *mining*, teoricamente accessibile anche a singoli operatori, in concorrenza tra loro nello svolgimento di questa attività, della massima importanza per garantire la regolarità nel trasferimento dei bitcoin. Per effetto dell'operazione di *mining*, si attiva un meccanismo premiale, cioè una ricompensa in unità di nuova moneta virtuale, generate e attribuite all'operatore che per primo riesce a risolvere il complesso calcolo di validazione di un blocco di transazioni.⁵⁷ Quello che in origine era pensato come meccanismo *peer-to-peer*, svincolato da qualsiasi forma di controllo pubblico, in realtà si sta rivelando una struttura che favorisce enormemente la concentrazione dell'attività di *mining*, vanificando il proposito di assetto monetario concorrenziale, come negli scopi iniziali. I fattori di criticità, però, oltre alla struttura dell'offerta, riguardano anche i tempi di esecuzione di un pagamento, l'entità delle commissioni e la formazione del prezzo del bitcoin, il cui andamento volatile sembra aver risentito in passato di quanto accaduto in specifici paesi.⁵⁸

La struttura dell'offerta – intendendo l'insieme di quanti operano in qualità di *miners* – si è modificata nel tempo: se inizialmente era possibile prendere parte alla procedura di validazione in maniera autonoma, di seguito si è passati ad una attività di *mining* svolta da utenti associati in *pool*, i quali condividono la propria capacità elaborativa e in base a questa si ripartiscono le relative ricompense; progressivamente, però, si sono realizzate unità 'produttive' sempre più grandi, che controllano una elevata capacità di calcolo (*hash rate*⁵⁹), anche attraverso il coordinamento di singoli centri di elaborazione dislocati nel mondo.

⁵⁵ Per questi aspetti si rinvia alla discussione in Amato e Fantacci (2018, cap. 1). Anche Ametrano (2017) ritiene che Bitcoin e oro siano molto simili, ma contraddistingue il Bitcoin non come criptomoneta (*cryptocurrency*) ma come *criptocommodity*, ritenendo che questa fosse l'idea originaria di Nakamoto, attraverso la quale si realizzerebbe la visione prospettata da Hayek di una moneta scissa da qualsiasi forma di Stato, nazionale o federale. Si veda quanto sostenuto in Ametrano (2016, p. 20).

⁵⁶ Su questo punto si vedano i rilievi espressi da Kregel (2019, p. 27) con riferimento ad altri aspetti dello schema Bitcoin. Osservazioni critiche su funzionamento del sistema sono contenute in Haeringer e Halaburda (2018), mentre Roubini e Byrne (2018), esprimono forti perplessità sullo sviluppo futuro delle criptovalute e della *Blockchain*.

⁵⁷ È necessario tuttavia che la soluzione trovata riceva una conferma da un certo numero minimo di altri operatori partecipanti a tale funzione.

⁵⁸ In particolare dal marzo del 2017 alla prima metà del 2018.

⁵⁹ Lo *hash rate* è l'unità di misura della capacità di calcolo: esprime il numero di *hashes*, una funzione usata in informatica, che può essere processato ogni secondo. Al settembre 2019 la capacità complessiva della rete Bitcoin era di 80-90 *exahashes* al secondo.

L'algoritmo di validazione delle transazioni effettuate, ma non definitive, raggruppate in un blocco da aggiungere alla catena di quelli precedenti, è strutturalmente progettato per rendere sempre più difficile, e quindi costoso, raggiungere una soluzione, ottenendo la relativa ricompensa, tra l'altro dimezzata ogni 210.000 nuovi blocchi aggiunti. Questo rende l'attività generatrice di nuovi bitcoin non più dipendente soltanto dal suo utilizzo, e quindi dalla estensione come mezzo di scambio, ma anche dalla convenienza dovuta al valore di conversione in dollari dei nuovi bitcoin creati.⁶⁰ In queste condizioni, un elemento essenziale per l'ordinato funzionamento dello schema diventa occasione di profitto, stimolando, a latere dell'attività di *mining*, la formazione di iniziative imprenditoriali. Nel periodo di maggior favore del Bitcoin, nell'ultima parte del 2017, sono state avviate non solo esperienze di condivisione volontaria in *pool*, ma anche di affitto di capacità elaborativa a distanza, propagandando l'attività di validazione come se fosse analoga ad una qualsiasi altra impresa.

Si sono create sinergie, tipiche dei prodotti congiunti, nel momento in cui le società che producevano *hardware* dedicato alla funzione di validazione sono entrate esse stesse nella attività di *mining*, come ad esempio si è verificato nel caso di Bitmain. Ciò ha creato una ulteriore distorsione, in quanto i proventi dei produttori di *hardware* risentivano positivamente dell'allungamento dei tempi necessari per ottenere la validazione di una transazione; l'acquisto di unità elaborative sempre più potenti veniva presentato come necessario per ottenere i "*rewards*" della validazione e diminuire così i tempi di attesa. All'inizio, su base volontaria, gli utenti immettevano insieme alla transazione anche una commissione – convenzionalmente stabilita nell'uno per cento dell'importo trasferito – che veniva corrisposta nel momento in cui il pagamento diventava definitivo. Normalmente i tempi di attesa erano dell'ordine di dieci minuti, ma si sono poi allungati per la crescente difficoltà di soluzione dell'algoritmo e per l'aumento nel numero delle transazioni.

La congestione nella fase di validazione pone un ulteriore problema di incentivi che contrastano con l'economicità dello schema, perché il ritardo nella validazione di un pagamento da un lato induce gli utenti a offrire una commissione, e dall'altro origina un ricavo aggiuntivo dei minatori.⁶¹ Nei momenti in cui si osservano dei picchi nel volume di transazioni, chi offre commissioni troppo basse avrà minori probabilità di vedere completato il proprio pagamento: di conseguenza, poiché i blocchi di transazioni non hanno una lunghezza minima predefinita, per garantirsi l'immissione in un blocco destinato ad essere validato, gli utenti hanno cominciato ad offrire commissioni più elevate.⁶² In questo modo, però, si indebolisce uno dei principi fondamentali dello schema, perché da parte dei *miners* si possono privilegiare gli utenti in grado di pagare commissioni più elevate,⁶³ diversamente da quanto accade in un sistema dei pagamenti di tipo pubblico. Anche in presenza di una discriminazione degli utenti

⁶⁰ Valori elevati nel tasso di cambio con il dollaro e le altre valute incentivano aumenti di spese per adeguare la capacità elaborativa.

⁶¹ Seguendo l'idea di Huberman et al. (2017) l'andamento dei costi sostenuti nell'attività di *mining* potrebbe giustificare i fenomeni di congestione: Ciò significa che nel caso di ricavi in diminuzione, ad esempio per un aumento dei costi dell'attività di elaborazione, il ritardo nelle procedure di validazione potrebbe essere una scelta deliberata per sostenere i profitti. Per una analisi delle modalità con cui si determinano le commissioni, si veda Huberman et al. (2018).

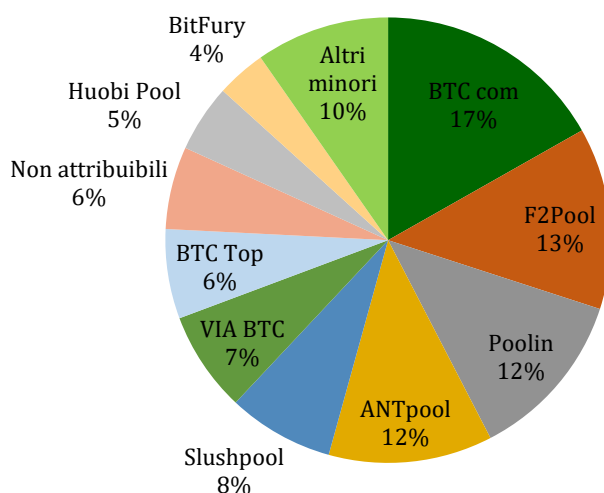
⁶² Huberman et al. (2017) mostrano la relazione non lineare tra l'ammontare delle commissioni pagate per blocco espressa in dollari e la dimensione del blocco stesso. Al raggiungere dei valori massimi ammessi, le commissioni pagate dagli utenti crescono enormemente in quanto gli operatori che intendono attribuire priorità alle loro transazioni offrono commissioni più elevate e si privilegia da parte dei *miners* il loro inserimento nei blocchi da validare.

⁶³ Si ricorda che i *miners* nel selezionare le transazioni per comporre un blocco e ricavarne la soluzione non hanno nessun vincolo, ad eccezione del rispetto delle regole del protocollo, tra cui la dimensione massima del blocco.

in base all'importo delle transazioni, lo schema Bitcoin può restare conveniente, finché i costi e i tempi del trasferimento restano inferiori a quelli richiesti nei circuiti tradizionali: va comunque riconosciuto che di fatto sono state progressivamente elevate delle barriere all'ingresso, in aperto contrasto con le finalità originarie.⁶⁴

I ritardi trovano la loro origine in un problema di scalabilità insito nel *software* che gestisce il protocollo Bitcoin: gli ideatori dello schema avevano infatti pensato di limitare ad un determinato valore⁶⁵ la dimensione di ogni nuovo blocco da aggiungere a quelli esistenti, per cautelarsi da eventuali attacchi informatici, che, immettendo in rete blocchi di elevata dimensione, avrebbero potuto ostacolarne il funzionamento. Di conseguenza, se un blocco di transazioni supera la dimensione massima stabilita, viene rifiutato dalla procedura di validazione. Questa situazione ha portato ad una biforcazione (*hard fork*) nella catena originaria delle transazioni, che tuttavia esprime anche il forte contrasto esistente tra la comunità di sviluppatori e le società di *mining* più importanti, intenzionate a rafforzare la propria posizione: come evidenziato nella figura 3, la capacità elaborativa non è diffusa, ma viene ripartita tra un numero ristretto di operatori.⁶⁶

Figura 3– Quote degli operatori nell'attività di mining



Fonte: blockchain.com.

In sintesi, le divergenze di tipo tecnico vedevano da un lato l'ipotesi di rendere senza limiti l'ampiezza dei nuovi blocchi elaborati dai *miners*, e dall'altro quella di aumentarlo, ma in misura contenuta, per mantenere le caratteristiche di sistema decentralizzato: in questo modo

⁶⁴ Su questo punto si veda quanto sostenuto in Ali (2018, p. 2). Attualmente (settembre 2019) le commissioni da pagare per essere inseriti nel primo blocco libero sono inferiori a 1 dollaro.

⁶⁵ Tale valore corrispondeva ad 1 megabyte.

⁶⁶ I dati si riferiscono ai blocchi validati nel corso del 2019. Nessuno dei maggiori operatori (BTC.com, F2Pool, Poolin, Antpool) supera il 20% della capacità elaborativa disponibile

sarebbe stato permesso anche agli operatori con limitata potenza computazionale di partecipare al processo di validazione dei blocchi e quindi alla creazione dei nuovi bitcoin. Se prevalesse la prima proposta, nota tra gli sviluppatori come *Bitcoin Unlimited*,⁶⁷ si confermerebbe una tendenza – peraltro già in atto – alla centralizzazione dello schema, a danno degli operatori più piccoli, che difficilmente potrebbero elaborare blocchi di dimensioni elevate.

Nel maggio 2017 è stato segnalato un ritardo nella conferma di una transazione di alcuni giorni,⁶⁸ e, nell'estate successiva, alcuni operatori hanno deciso di utilizzare un nuovo protocollo che aumentava il limite massimo della dimensione dei blocchi. Si è così creata una biforcazione nella catena dei blocchi in cui sono raggruppate le transazioni, dando origine a due tratti distinti: quella del Bitcoin, che continuava a seguire le regole del vecchio protocollo, e quella che fa riferimento ad una nuova criptovaluta, denominata *Bitcoin cash*.⁶⁹ Tale separazione, tuttavia, non ha creato grandi vantaggi per la nuova valuta virtuale, in quanto il limite massimo di cui essa dispone si è rivelato inutile, dato il basso numero di transazioni immesse in quello schema, dove viene utilizzata solo una modesta frazione dello spazio disponibile in ogni blocco. Il numero di transazioni al secondo è passato a 60 (aumentando di 10-20 volte⁷⁰) ma ciò rende ancora ben lontani i valori permessi da alcuni circuiti internazionali di carte di credito, in grado di processare oltre 20.000 transazioni al secondo.

Nel decennio di esperienza dello schema Bitcoin, l'aspetto che ha destato la maggiore attenzione è stato la estrema variabilità nel valore in dollari del nuovo mezzo di scambio: dai pochi centesimi di dollaro iniziali, si è passati ad una fase di moderata stabilità, durata qualche anno, per poi registrare dal 2013 una tendenza ascendente, apparsa impetuosa nel 2017, quando si è toccato il valore più elevato, pari a circa 20.000 dollari per un bitcoin. Non essendo prevista nessuna procedura per smorzare la volatilità, le quotazioni raggiunte sono l'espressione di forze di domanda e di offerta, e dunque il valore del bitcoin, come quello dell'oro, sarebbe fondato sulla sua scarsità.⁷¹ Il problema è che se l'offerta segue una curva di crescita predefinita – imposta dall'algoritmo – la domanda risente delle motivazioni all'uso di questa criptovaluta, che nel corso del tempo sempre meno risultano legate a finalità transattive, e sempre più determinate invece da motivazioni di investimento finanziario.

Vi sono ulteriori ragioni che inducono a ritenere il bitcoin un bene finanziario, piuttosto che un potenziale concorrente delle valute usate nei tradizionali schemi di pagamento. In primo luogo la proprietà dei bitcoin in circolazione sarebbe assai concentrata,⁷² confermando che non si tratta, almeno per il momento, di un fenomeno di massa: alla fine del 2017, secondo un rapporto di JP Morgan,⁷³ gli indirizzi contenenti almeno un bitcoin erano il 2,5% del totale,

⁶⁷ Non essendoci un sistema di governance strutturato, ma solo procedure di tipo informale, le proposte di modifica del software che gestisce lo schema vengono avanzate in occasione di conferenze o incontri dedicati. Tali proposte sono note come BIP (*Bitcoin improvement proposals*) e quella etichettata come *Bitcoin Unlimited* prevede appunto l'eliminazione di qualsiasi limite alla dimensione massima dei blocchi.

⁶⁸ Il ritardo è arrivato fino a quattro giorni, ma anche le commissioni da pagare sono aumentate enormemente, raggiungendo i 15 dollari e rendendo assai oneroso anche il trasferimento di piccole somme.

⁶⁹ Si veda il link <https://it.cointelegraph.com/Bitcoin-cash-for-beginners/what-is-Bitcoin-cash>. Più di recente, sono state prospettate ulteriori soluzioni, come quella di *Lightning Network*, per risolvere le difficoltà emerse nelle operazioni di pagamento.

⁷⁰ Tenendo conto che nel protocollo originale è possibile processare dalle 3 alle 7 transazioni al secondo.

⁷¹ Il punto è discusso in Landau e Genais (2018). Per una analisi sulla formazione del prezzo del bitcoin si veda il contributo di Aloosh (2017) e le considerazioni sviluppate da Schilling e Uhlig (2019).

⁷² Si vedano Athey et al. (2016) e Landau e Genais (2018, p. 10).

⁷³ Si rinvia a JP Morgan (2018, p. 36). Secondo lo stesso studio, il 55% degli indirizzi aveva una disponibilità non superiore ad un millesimo di bitcoin, circa 8 dollari al cambio di fine settembre 2019.

ma la loro quota sul totale dei bitcoin emessi superava il 90%. La decisione di ottenere un indirizzo bitcoin – evidenziata in altri studi – non coincide con l'idea di utilizzarlo per finalità transattive correnti,⁷⁴ come gli acquisti on line, e ciò spiegherebbe la non movimentazione di una parte considerevole (intorno al 50%) dei bitcoin sin qui originati.⁷⁵ Altri riscontri non sistematici, ma di utile informazione, indicano che tra i motivi che hanno accentuato la volatilità di questa criptovaluta stanno anche modifiche nel comportamento di alcune categorie di utenti, come ad esempio sembra essersi verificato in Giappone.⁷⁶ Le finalità speculative nell'uso del Bitcoin rappresentano un disincentivo per promuoverne l'utilizzo come unità di conto o mezzo di scambio;⁷⁷ l'atteggiamento di molti operatori finanziari può favorire tale tendenza, nel caso in cui la criptovaluta venga presentata alla clientela come una vantaggiosa opportunità di investimento, in vista di un futuro aumento del prezzo di conversione in dollari.

A questa ridefinizione nel ruolo del bitcoin, hanno contribuito fortemente le varie piattaforme di *Exchange*, le quali, pur non previste nel protocollo originale, svolgono oggi un ruolo altrettanto essenziale dell'attività di *mining*, in quanto assicurano la possibilità di conversione della criptovaluta, fissando i valori di scambio rispetto alle monete ufficiali.⁷⁸ L'affermazione di un qualsiasi sistema di pagamento, infatti, richiede un assetto che agevoli la spendibilità del mezzo di scambio, e quindi una progressiva estensione dei punti di accesso, oppure la garanzia di una conversione immediata in altre valute: lo schema Bitcoin soddisfa questa seconda condizione,⁷⁹ ma solo grazie all'intervento di strutture esterne. Se il bitcoin come mezzo di scambio avesse incontrato il favore che si attendevano i suoi ideatori, la questione degli *Exchange* non sarebbe stata così rilevante: si sarebbe costituito, infatti, un circuito di pagamento sempre più esteso in relazione al numero degli esercizi in cui era possibile spendere la nuova criptomoneta. Così non è stato, ed ecco che le piattaforme di *Exchange* sono diventate sempre più essenziali per il mantenimento di quell'esperienza, attestando il ruolo essenziale svolto da una controparte in grado di far 'uscire' l'utente dallo schema, rendendo possibile la riconversione in monete tradizionali.

⁷⁴ Sull'utilizzo del bitcoin per finalità transattive, si veda Jonker (2018), Il numero di indirizzi attivi è in costante crescita dal 2013: attualmente si colloca intorno alle 600.000 unità, restando tuttavia una quota irrisoria rispetto al numero degli indirizzi bitcoin esistenti, stimato alla fine del 2018 in 460 milioni. Di questi, 288 milioni non sono rilevanti perché con saldi irrisori o nulli; 172 milioni di indirizzi, invece, sono riconducibili a operatori di *Exchange* o servizi forniti sulla rete; solo 25 milioni sarebbero gli indirizzi attribuibili a portafogli privati e dunque potenzialmente utilizzabili per attività di trasferimento: si veda quanto riportato da Chainanalysis Team (2018b). Nel complesso, viene confermato un ulteriore tratto che rende il bitcoin simile all'oro, e cioè la difficoltà di uso nelle transazioni correnti.

⁷⁵ Si vedano i dati riportati in Blockchain.com.

⁷⁶ Secondo uno studio di Muraki et al. (2017) sul profilo dei detentori di bitcoin, un nutrito gruppo di piccoli investitori giapponesi si sarebbe spostato dal trading in valute estere a quello sulle criptovalute, e in particolare sul bitcoin, aumentandone le oscillazioni del prezzo.

⁷⁷ In una ricognizione condotta da Chainanalysis su un campione di operatori, emerge che tra dicembre 2017 e settembre 2018 l'uso del bitcoin come mezzo di pagamento si sarebbe ridotto drasticamente. Si veda Alexandre (2018) e le informazioni reperibili al link <https://cryptonewsbytes.com/survey-shows-that-Bitcoins-use-as-a-payment-option-has-declined-in-2018/Bitcoin/>.

⁷⁸ Tra le piattaforme di scambio più attive si trovano Bitfinex, Coinbase, Kraken, elencate al link [data.Bitcity.org](https://data.bitcity.org/). La determinazione del prezzo tra le varie piattaforme non è omogenea, come risulta da un rapporto di Bitwise Asset Management (2019).

⁷⁹ Secondo questo criterio, l'uso dei bitcoin si assimilerebbe a quello di ogni altra valuta utilizzata negli scambi all'interno di una certa area fisica, come ad esempio può essere un qualsiasi paese: ciò che cambia è la localizzazione, in quanto l'ambito di utilizzo è prevalentemente la rete internet a cui si sono aggiunti esercizi commerciali fisicamente esistenti.

Se questa opportunità viene offerta in tempo reale a chi entra in possesso di un importo di bitcoin, il rischio di oscillazioni di prezzo intragiornaliero viene fortemente limitato; l'attività dei siti di *Exchange*, però, presenta caratteristiche di scarsa trasparenza: ad esempio circa le modalità con cui vengono fissati i rapporti di scambio con le valute internazionali. Inoltre, poiché le stesse piattaforme offrono servizi di custodia – cioè dei portafogli elettronici dove gli utenti possono archiviare i bitcoin in loro possesso – si pone un problema di tutela degli utilizzatori di tali servizi, specie per le condizioni di sicurezza da attacchi informatici e per la sottovalutazione dei rischi che si corrono considerando il bitcoin come riserva di valore. Poiché il ruolo degli *Exchange* è ormai diventato indispensabile per il mantenimento di un qualsiasi schema di valuta virtuale, l'applicazione di uno schema regolatorio da parte delle autorità sembra non più differibile.⁸⁰

Esiste poi un'ultima ipotesi in grado di giustificare l'andamento erratico del prezzo in dollari del bitcoin: i fattori di incertezza determinati da vari eventi che si sono succeduti nel tempo a partire, appunto, dal 2013. Come si è visto dalla composizione degli operatori che svolgono la funzione di *mining*, la loro collocazione è concentrata nel territorio cinese e i legami con le vicende economiche di quel paese appaiono significative.⁸¹ La collocazione dei *miners*, specie quando le unità produttive dedicate a tale attività richiedono elevate quantità di energia,⁸² risente in primo luogo del prezzo dell'elettricità e di eventuali facilitazioni offerte in tal senso (tariffe, tasse, disponibilità di terreni) dalle autorità locali. In entrambi i casi si giustifica la tendenza alla concentrazione dell'attività di *mining* in Cina, stimata intorno al 75% del totale della capacità elaborativa, senza apprezzabili modificazioni negli ultimi quattro anni.⁸³ Non è per caso che, dapprima, si sia osservata una notevole dipendenza con la situazione del mercato cinese, dove il rigido controllo dei movimenti di capitale potrebbe avere alimentato l'intensificazione delle transazioni in bitcoin, fino al divieto esplicito imposto dalle autorità governative nella seconda metà del 2017. Gli scambi effettuati presso gli *Exchange* hanno riguardato per alcuni anni la moneta nazionale di quel paese, poi si sono distribuiti su più valute, in primo luogo il dollaro, come risulta dalla figura 4. L'uso del bitcoin in quel periodo, dunque, non aveva motivazioni commerciali, ma costituiva una occasione per esportare fondi, acquistando con valuta interna presso gli *Exchange* i bitcoin e successivamente chiedendone la conversione in dollari presso altri *Exchange* fuori dai confini nazionali.⁸⁴

⁸⁰ Roubini (2019) sostiene la necessità di regolare i siti di *Exchange* delle criptovalute e si concentra sul loro uso per finalità criminali. In questo, a suo parere, le autorità di vigilanza statunitensi si comportano come "addormentati al volante". Tuttavia, per risultare efficace, uno schema di regolamentazione sulle valute virtuali non dovrebbe essere nazionale, ma sovranazionale, e qui le difficoltà di accordo sembrano enormi. Nello stesso senso si veda anche la posizione espressa in Houben e Snyers (2018).

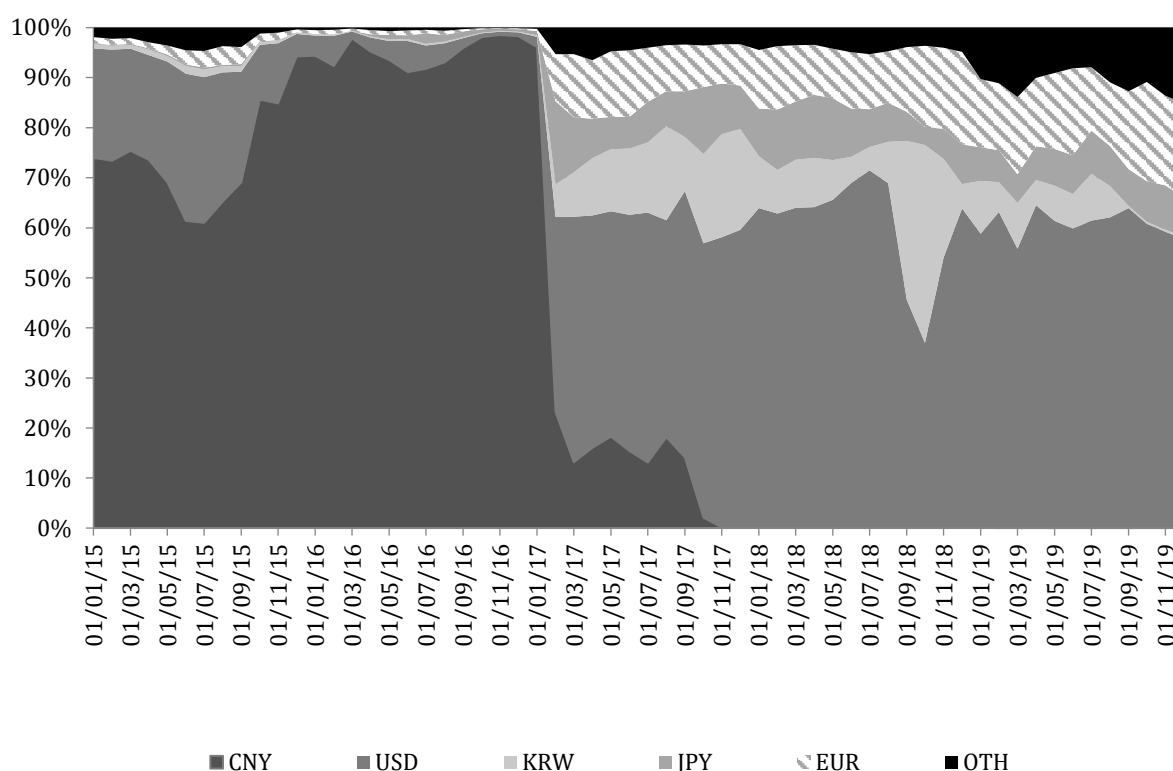
⁸¹ Una prima analisi in tal senso era stata proposta a suo tempo da Badev e Chen (2014).

⁸² Per una discussione delle risorse energetiche usate nel processo di *mining* si rinvia a De Vries (2018), secondo cui gli apparati dedicati alla "estrazione" di bitcoin assorbirebbero una quantità di energia elettrica pari a quella consumata da un paese come l'Irlanda.

⁸³ Le quote sono calcolate su dati presenti nelle piattaforme BTC.com e Bitcoin.org. I primi quattro operatori (BTC.com, F2Pool, Poolin e Antpool) nel periodo gennaio 2019 - gennaio 2020 hanno contribuito all'attività di *mining* per il 54%. Secondo Kaiser et al. (2018), p. 17, dal 2015 al 2018 le autorità locali cinesi hanno reso disponibili numerosi incentivi affinché gli impianti in cui si producono bitcoin si localizzassero nei loro territori. A partire dall'inizio del 2018, tuttavia, vi sarebbero state pressioni da parte delle autorità centrali affinché queste facilitazioni si riducessero, in coincidenza con il contrasto aperto delle autorità monetarie cinesi verso l'esperienza del Bitcoin.

⁸⁴ Su questo punto si rinvia all'articolo di Ju et al. (2016), in cui si spiegano i motivi che hanno condotto le autorità cinesi a introdurre dei vincoli all'uso delle criptovalute a partire dal 2013.

Figura 4 – Composizione per valuta degli scambi di bitcoin presso le piattaforme di Exchange



Fonte: Bitcoincity.org.

La tendenza a utilizzare i bitcoin per esportare capitali aggirando i controlli esistenti ebbe inizio nel 2014,⁸⁵ perché in quell'anno al sistema di carte Union Pay – unico autorizzato dalle autorità nazionali – che in precedenza consentiva di far uscire flussi di capitali all'esterno, venne impedita qualsiasi operazione non supportata da un effettivo acquisto di merci. Ciò avveniva in un momento in cui la valuta cinese, su iniziativa della banca centrale, veniva spinta al ribasso contro il dollaro, provocando ingenti perdite a chi aveva accumulato – spesso in modo illegale – fondi in Yuan. Tale tendenza continuò negli anni successivi, facendo lievitare il valore del bitcoin contro il dollaro fino al suo massimo, raggiunto alla fine del 2017.

Nell'ultimo biennio il valore in dollari del bitcoin ha di nuovo mostrato una tendenza altalenante⁸⁶ confermando tutte le perplessità sulla formazione del prezzo,⁸⁷ che stavolta risentirebbe delle dinamiche dei mercati finanziari occidentali. A livello istituzionale, da parte del Fondo Monetario Internazionale (IMF, 2018, p. 22), si afferma che non essendoci correlazione (positiva o negativa) nell'andamento del prezzo del bitcoin con altri tipi di attività finanziarie, gli operatori potrebbero anche utilizzarlo come strumento per diversificare i loro

⁸⁵ Le informazioni sono desunte da Durden (2015).

⁸⁶ Tra dicembre 2017 e gennaio 2019 il valore del bitcoin è passato da 19000 a circa 3000 dollari, e successivamente a 11000 dollari nell'estate del 2019.

⁸⁷ Per una sintesi delle diverse posizioni sulla formazione del prezzo del bitcoin si rinvia all'analisi di Caponera e Gola (2019, p. 13); alcune ipotesi sul "valore fondamentale" sono espresse in Cheah e Fry (2015).

portafogli, e ciò prospetterebbe l'utilizzo delle cripto-attività come beni rifugio. In tal caso, il prezzo che si forma sulle diverse piattaforme di scambio esprimerebbe una valutazione circa l'incertezza (o l'insoddisfacente rendimento) degli esistenti strumenti finanziari.⁸⁸ La letteratura offre numerosi esempi di analisi empiriche dove vengono discusse le proprietà del bitcoin rispetto all'oro e agli altri strumenti, utilizzati in strategie di copertura verso diverse forme di rischio e di diversificazione di portafoglio, ma le conclusioni raggiunte non sono sempre univoche.⁸⁹ Con riferimento alla seconda metà del 2019, si è osservata una debole correlazione tra l'andamento del prezzo in dollari del bitcoin e le quotazioni dell'oro, e questo sembrerebbe avvalorare le tesi di quanti sostengono che la criptovaluta più diffusa abbia raggiunto, come strumento finanziario, una fase di maturità al punto da farlo considerare non più uno strumento speculativo, ma come un “*safe haven*”, al pari dell'oro.

Sulla formazione del prezzo sono state avanzate numerose riserve: si è già detto della scarsa trasparenza riscontrata nelle procedure applicate dai vari siti di *Exchange*, ma, secondo una ulteriore ipotesi allo studio, le marcate oscillazioni nel valore del bitcoin sarebbero l'effetto di vere e proprie strategie di manipolazione. Una verifica condotta su alcune piattaforme in cui vengono scambiati i bitcoin⁹⁰ giunge alla conclusione che vi sia una notevole differenza tra i dati sui volumi riportati da alcuni operatori e quelli effettivi dovuti agli scambi realmente avvenuti. La convenienza a fornire informazioni poco veritiere sarebbe dovuta alla convinzione che un volume più elevato possa attirare un numero di utenti maggiore verso i siti di *Exchange*. Si ipotizza inoltre che nella rapidissima ascesa delle quotazioni del bitcoin nel 2017 vi possano essere transazioni fittizie originate dagli stessi gestori di alcune piattaforme di *Exchange*, a ulteriore conferma di quanto necessaria possa essere una sorveglianza più stringente su tali operatori.⁹¹ Utilizzando una criptovaluta del tipo *stablecoin*, cioè garantita da riserve in valute di tipo tradizionale, sarebbe possibile aumentare in modo fraudolento le quotazioni del bitcoin.⁹²

⁸⁸ Alcune categorie di operatori finanziari alla ricerca di maggiori rendimenti – anche se più rischiosi – indirizzerebbero le loro scelte verso il mercato delle criptovalute, con l'aspettativa di conseguire elevati guadagni. Su questo aspetto si veda il riferimento ad uno studio di Deutsche Bank del gennaio 2018, in cui si ipotizza una correlazione tra una misura della volatilità implicita di alcuni strumenti finanziari, l'indice VIX (*Chicago Board Option Exchange Volatility Index*) e il prezzo del bitcoin. Lo studio è menzionato al link <https://cointelegraph.com/news/deutsche-bank-analysts-low-volatility-on-wall-street-brings-investors-to-crypto>.

⁸⁹ Nel lavoro di Klein et al. (2018), si ritiene che il bitcoin non possa essere considerato un sostituto dell'oro; nei contributi di Bouri et al. (2017), Corbet et al. (2018), Guesmi et al. (2019) vengono specificati limiti e possibilità di utilizzo delle criptovalute come il bitcoin in strategie di gestione finanziaria, ma i risultati sembrano validi per alcune situazioni specifiche.

⁹⁰ Il riferimento è all'indagine condotta da Bitwise Asset Management (2019), su oltre ottanta siti di *Exchange*.

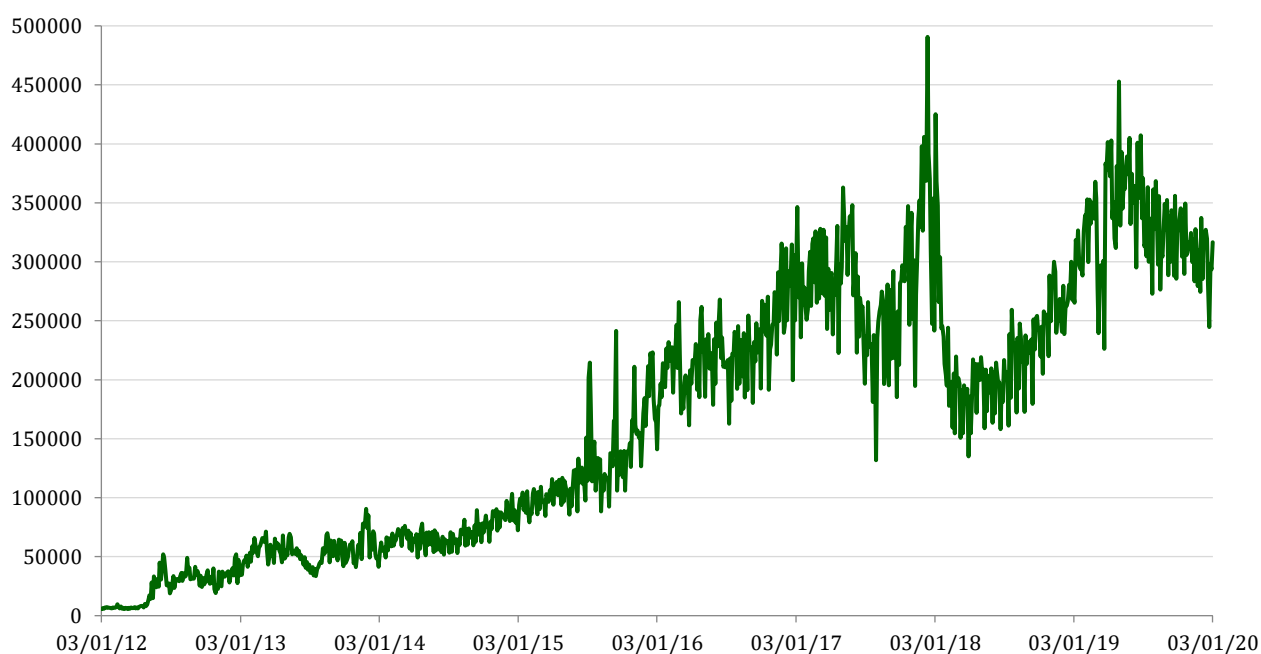
⁹¹ Gandal et al. (2018), con riferimento al furto di una notevole quantità di bitcoin nella piattaforma Giapponese Mt.gox avvenuto nel 2013, mostrano la relativa fragilità delle procedure riguardanti le criptovalute, invocando una maggiore regolamentazione.

⁹² L'ipotesi avanzata in uno studio di Griffin e Shams (2018), è che la *stablecoin* coinvolta in tale operazione potrebbe essere il Tether, utilizzata come moneta di transito per il commercio delle criptovalute. Il Tether è quotato alla pari con il dollaro, ma esistono forti dubbi che la società che lo emette disponga davvero della quantità di dollari pari al valore delle unità di Tether in circolazione. All'operazione avrebbe partecipato anche il sito di *Exchange* Bitfinex, i cui vertici controllano anche la società che gestisce Tether. Analoghi rilievi sono stati sollevati per la nuova crescita delle quotazioni del bitcoin che si è realizzata da aprile 2019 in poi. Su quest'ultimo punto, si vedano le informazioni riportate in Kelly (2019). Esistono, tuttavia, altre ipotesi sulle possibilità che le forti oscillazioni registrate nel valore in dollari del bitcoin in alcuni periodi possano dipendere dall'intervento di alcuni operatori finanziari che hanno deciso di partecipare attivamente al mercato delle criptovalute, come sostenuto in Kharif (2017); una posizione opposta, che valuta positivamente il ruolo svolto da chi movimentava ingenti quantità di bitcoin è espressa in Chinanalysis Team (2018a).

4. Le questioni aperte

L'esperienza del decennio trascorso ha messo in evidenza come nello schema Bitcoin esistano limiti tecnici e criticità che condizionano aspetti importanti come velocità, economicità, accesso a condizioni paritarie e sicurezza. La struttura dell'offerta di tale sistema non sembra in grado di garantirne la sostenibilità per due motivi: in primo luogo, la convenienza a prendere parte al processo di *mining* dipende dal valore attribuito alla valuta, le cui oscillazioni vanno a discapito della continuità e stabilità nella funzione di pagamento; in secondo luogo, l'incremento nella difficoltà dell'algoritmo di validazione richiede un corrispondente aumento nelle risorse di base, come *hardware* ed energia elettrica, che rappresentano un costo fisso, da coprire tramite la ricompensa originata internamente e le commissioni degli utenti. Tali costi sono sostenibili se il numero delle transazioni validate aumenta e se questo avviene perché un numero crescente di utenti sceglie il sistema per finalità transattive.⁹³

Figura 5 – Numero delle transazioni giornaliere confermate: 2012-2019



Fonte: Blockchain.com.

⁹³ In tal caso la richiesta di bitcoin avrebbe una componente stabile. L'andamento del numero di transazioni validate, tuttavia, non appare coerente con questo esito, evidenziando un possibile uso per motivazioni puramente finanziarie. La maggiore propensione a domandare bitcoin in previsione di un suo incremento di prezzo in dollari, ovviamente, ha un effetto positivo sul volume degli scambi, ma li espone ad una accentuata instabilità, come avviene per alcuni strumenti finanziari. Rafforza questa idea la recente introduzione, nel settembre 2019, di un contratto *Future* sul bitcoin scambiato su una piattaforma collegata alla Borsa di New York.

Se la variabilità nel prezzo del mezzo di scambio condiziona la struttura della sua offerta, è presumibile che solo chi dispone di altre fonti di ricavo possa svolgere un ruolo continuativo, in grado di dare stabilità allo schema: in questo modo, però, si limita l'assetto concorrenziale interno, perché – come in effetti accaduto – si formano concentrazioni nel controllo della capacità di elaborazione. Il tentativo di sottrarsi ad un monopolio di tipo pubblico finisce, dunque, per generare assetti privati non concorrenziali, mettendo in discussione il proposito di realizzare un sistema di pagamento con minori costi per gli utenti e privo di una governance strutturata.

Già a suo tempo, Giannini (2004) aveva messo in guardia dalla tendenza alla privatizzazione nel settore dei pagamenti, ritenendo che in tale ambito fosse prioritaria l'iniziativa di una istituzione pubblica, che agisce al di fuori di una logica di profitto, e proprio per questo è attenta a evitare fenomeni di esternalità, non considerati dagli operatori privati. Di parere opposto appaiono coloro che vedono nello schema Bitcoin la realizzazione di una idea ultraliberista, secondo cui l'emissione di mezzi di pagamento deve essere svincolata dal controllo dello Stato, ritenendo che il mercato abbia sempre la capacità di autoregolarsi, e dunque che la concorrenza sia sufficiente a selezionare le iniziative più affidabili, anche in ambito monetario. La grande enfasi manifestata verso forme di moneta non tradizionali, ritenute comunque un elemento positivo per l'economia, appare eccessiva perché trascura l'eventualità che la tecnologia di pagamento determini condizioni contrastanti con l'utilizzo dei nuovi mezzi di scambio. Inoltre, con riferimento a problemi di sicurezza, una logica orientata a conseguire vantaggi privati mal si accorda con la natura della funzione di pagamento. Un operatore, infatti, potrebbe non essere incentivato a sostenere tutti i costi necessari per prevenire eventuali effetti sistemici dovuti a frodi o attacchi di tipo informatico: la debole governance di tipo informale già menzionata nel caso del Bitcoin, sembra inadeguata in tal senso. Questi aspetti non hanno trovato molto spazio nei numerosi contributi disponibili, dove il tema dell'interesse pubblico nei sistemi di pagamento⁹⁴ è in genere trascurato, forse per lo spostamento di attenzione verso il bitcoin come bene finanziario.

Tutto questo rende meno realistico anche l'obiettivo della inclusione finanziaria, annunciato all'origine come un ulteriore tratto distintivo dello schema Bitcoin: tale proposito non è stato raggiunto, e altri sistemi di pagamento, meno complessi, sembrano maggiormente idonei a supportare le esigenze di trasferimento di piccoli importi verso aree non bancarizzate.⁹⁵ Gli schemi dove si usano forme monetarie tradizionali, infatti, sono ormai caratterizzati da massicce dosi di innovazione, che li hanno resi particolarmente attraenti sotto molti punti di vista.⁹⁶ Se inizialmente le valute virtuali venivano considerate soprattutto come un possibile sostituto di quelle tradizionali, in un breve arco di tempo il fenomeno sembra aver perso i legami con le esigenze di pagamento, assumendo sempre di più una logica puramente finanziaria. Il caso del bitcoin conferma che se viene a mancare la motivazione legata alle transazioni, la sua ragion d'essere risulta confinata alle esigenze di chi è interessato, anche per finalità illecite, a modalità di trasferimento di fondi non tracciabili, oppure di chi vede nelle criptovalute una opportunità di facili guadagni.

⁹⁴ In particolare i requisiti minimi, come non esclusione, condizioni uniformi, garanzie di trasparenza e di sicurezza, continuità del servizio

⁹⁵ Altri schemi non tradizionali, ma legati alla moneta legale e bancaria – come ad esempio lo schema M-Pesa – sembrano incontrare molto più successo come metodo per risolvere problemi di inclusione finanziaria.

⁹⁶ In particolare per quanto riguarda la facilità di accesso a costi contenuti e la velocità di esecuzione.

Ecco allora che si pone in modo rafforzato il problema dell'atteggiamento verso schemi innovativi di pagamento da parte delle autorità, che non potrebbero né assumere una posizione di completo divieto di simili esperienze, né optare per una tacita accettazione della loro presenza all'interno del sistema finanziario. Le esperienze dei diversi schemi di criptovalute, e quella del Bitcoin in particolare, confermano che al di là della retorica liberista in campo monetario, uno schema di trasferimento di fondi non regolato ad accesso completamente libero può facilmente evolvere in un assetto dedito alle attività speculative o funzionale allo svolgimento di attività illecite. Le possibili soluzioni per contrastare queste tendenze indesiderate – ben lontane dai propositi originari – potrebbero consistere sia nel divieto di realizzare sistemi ad accesso non controllato, sia nell'obbligo di fornire adeguate informazioni sulle operazioni realizzate, come già avviene per le banche. Con il primo tipo di intervento si autorizzerebbe l'operatività soltanto di quei soggetti in possesso di competenze e strutture tecnico-organizzative tali da mitigare le situazioni di rischio connesse con l'assunzione di posizioni nelle criptoattività; il secondo livello di azione consentirebbe margini più ampi per contrastare comportamenti come il riciclaggio di fondi o il finanziamento di attività criminali e terroristiche.⁹⁷ Qualora si intendano evitare regimi di tipo autorizzativo, una possibile alternativa al divieto di schemi aperti sarebbe l'applicazione alle istituzioni finanziarie che agiscono nel settore delle valute virtuali di un regime prudenziale, incentrato sulla disponibilità di requisiti di capitale elevati, in modo da impedire che le conseguenze della elevata volatilità nei prezzi di scambio delle valute virtuali possa evolvere in situazioni di illiquidità o insolvenza, potenzialmente dannose a livello sistemico: in questo caso si seguirebbe un approccio di regolamentazione non formale, ma in rapporto alle funzioni svolte.

Uno schema di valuta virtuale come quello del Bitcoin solleva così tanti motivi di perplessità, ben motivati, che difficilmente è in grado di diventare un valido concorrente di un sistema di pagamento tradizionale.

Bibliografia

- Alexandre A. (2018), "Report: Bitcoin Use in Payments Collapsed This Year", disponibile alla URL: <https://cointelegraph.com/news/report-Bitcoin-use-in-payments-collapsed-this-year>.
- Ali R. (2018), "Cellular Structure for a Digital Fiat Currency", paper presentato al *P2P Financial System International workshop*, Federal Reserve Bank of Cleveland, 27 luglio.
- Aloosh A. (2017), "The Price of a Digital Currency", 4 ottobre, mimeo.
- Amato M. e Fantacci L. (2007), "Monete complementari per i DES", Centro di ricerca di BPE, mimeo.
- Amato M. e Fantacci L. (2018), *Per un pugno di Bitcoin: rischi e opportunità delle monete virtuali*, 2a edizione, Milano: EGEA Università Bocconi Editore.
- Ametrano F. (2016), "Hayek Money: the Cryptocurrency Price Stability Solution", agosto, disponibile alla URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2425270>.
- Ametrano F. (2017), "Bitcoin and the future of money", disponibile alla URL: <https://www.finriskalert.it/wp-content/uploads/Ametrano.pdf>
- Athey S., Parashkevov I., Sarukkai V. e Xia J. (2016), "Bitcoin Pricing Adoption and Usage: Theory and Evidence", *SIEPR Working Paper*, n. 17-033, Stanford (CA): Stanford Institute for Economic Policy Research.
- Badev A. e Chen M. (2014), "Bitcoin: Technical Background and Data Analysis", *Finance and Economics Discussion Series*, n. 2014-104, Washington (DC): Federal Reserve Board.
- Barba Navaretti G., Calzolari G. e Pozzolo A. (2017), "Fintech and Banking. Friends or Foes?", *European Economy – Banks Regulation and the Real Sector*, 2, pp. 9-30.
- Bech M. e Garrat R. (2017), "Central Bank Cryptocurrencies", *BIS Quarterly Review*, settembre, pp. 55-70.
- Berentsen A. e Schar F. (2019), "Stablecoins: The Quest for a Low-Volatility Cryptocurrency", in Fatas A. (a cura di), *Economics of Fintech and Digital Currencies* (pp. 65-71), London: CEPR Press.

⁹⁷ Per questa posizione si rinvia a quanto espresso da ECB (2019), EBA (2019), Houben e Snyers (2018).

- Bouri E., Molnàr P., Azzi G., Roubaud D. e Hangfors L. (2017), "On the Hedge and Safe Haven Properties of Bitcoin: Is It Really More Than a Diversifier?", *Finance Research Letters*, 20, pp. 192-198.
- BIS – Bank for International Settlements (2018), "Cryptocurrencies: Looking Beyond the Hype", *Annual Report*, Basilea: Bank for International Settlements.
- Bitwise Asset Management (2019), *Analysis of Bitcoin Real Volume*, marzo, disponibile alla URL: www.bitwiseinvestments.com
- Brito J. e Castillo A. (2013), "Bitcoin: A Primer for Policymakers", *Policy*, 29 (4), pp. 3-12.
- Caponera A. e Gola C. (2019), "Aspetti economici e regolamentari delle crypto-attività", *Questioni di economia e Finanza*, n. 484, marzo, Roma: Banca d'Italia.
- Chainalysis Team (2018a), *The Not-So-Killer Whales of Bitcoin*, 10 ottobre, disponibile alla URL: <https://blog.chainalysis.com/reports/Bitcoin-whales-oct>
- Chainalysis Team (2018b), *Mapping the Universe of Bitcoin's 460 Million Addresses*, 19 dicembre, disponibile alla URL: <https://blog.chainalysis.com/reports/Bitcoin-addresses>
- Cheah E. e Fry J. (2015), "Speculative Bubbles in Bitcoin Markets? An Empirical Investigation into the Fundamental Value of Bitcoin", *Economic Letters*, 130, pp. 32-36.
- Chohan U. (2017), "A History of Bitcoin", *School of Business and Economics Discussion Paper Series*, 30 settembre, Canberra: University of New South Wales.
- CPMI – Committee on Payments and Market Infrastructure (2015), *Digital currencies*, November, Basilea: Bank for International Settlements.
- CPMI – Committee on Payments and Market Infrastructure (2017), *Distributed Ledger Technology in Payments and Settlements*, novembre, Basilea: Bank for International Settlements.
- Collom E. (2005), "Community Currency in the United States: The Environment in Which It Emerges and Survives", settembre, mimeo.
- Corbet S., Meegan A., Larkin C., Lucey B. e Yarovaya L. (2018), "Exploring the Dynamic Relationships between Cryptocurrencies and Other Financial Assets", *Economic Letters*, 165, pp. 28-34.
- De Vries A. (2018), "Bitcoin's Growing Energy Problem", *Joule*, 2, 16 maggio, pp. 801-809.
- Draghi, M. (2019), "Letter to Ms Eva Kaili Member of the European Parliament", 26 settembre, Francoforte: European Central Bank.
- Durden T. (2015), "Bitcoin Breaks Out Higher After China Announces Crackdown On UnionPay POS Devices", novembre, disponibile alla URL: <https://talkmarkets.com/content/currenciesforex/Bitcoin-breaks-out-higher-after-china-announces-crackdown-on-unionpay-pos-devices?post=80220&page=2>
- EBA – European Banking Authority (2014), *Eba Opinion on Virtual Currencies*, London.
- EBA – European Banking Authority (2019), *Report on Crypto Assets*, London.
- ECB – European Central Bank (2012), *Virtual Currency Schemes*, Francoforte: European Central Bank.
- ECB – European Central Bank (2015), *Virtual Currency Scheme: A Further Analysis*, febbraio, Francoforte: European Central Bank.
- ECB – European Central Bank (2019), "Crypto-Assets: Implications for Financial Stability, Monetary Policy and Payments and Market Infrastructures", *Occasional paper Series*, n. 223, maggio, Francoforte: European Central Bank.
- Eichengreen B. (2018), "From Commodity to Fiat and Now to Crypto: What Does History Tell Us?", *NBER Working Paper*, n. 25426, gennaio, Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research.
- ESMA, EBA, EIOPA – European Securities and Markets Authority, European Banking Authority, European Insurance and Occupational Pensions Authority (2018), *Warning to Consumers Regarding the Risks of Buying Virtual Currencies*, 28 febbraio, Bruxelles.
- ESMA – European Securities and Markets Authority (2019), *Advice: ICO and Crypto-Assets*, 9 gennaio, Parigi.
- FATF – Financial Action Task Force (2019), *Recommendations 2012-2019*, giugno, Parigi.
- Fiedler S., Gern K., Herle D., Koots S., Stolzenburg U., e Stoppok L. (2018), *Virtual Currencies, In depth analysis requested by the Econ Committee*, Bruxelles: European Parliament.
- FinCEN – Financial Crimes Enforcement Network (2013), *Application of FinCEN's Regulations to Persons Administering Exchanging or Using Virtual Currencies*. FIN 2013-G001, 18 marzo.
- FSB – Financial Stability Board (2018), *Crypto-Assets Market: Potential Channels for Future Financial Stability Implications*, 10 ottobre, Basilea.
- Gandal N., Hamrick J., Moore T. e Oberman T. (2018), "Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem", *Journal of Monetary Economics*, 95(C), pp. 85-96.
- Giannini C. (2004), *L'età delle banche centrali*, Bologna: Il Mulino.
- Griffin J. e Shams A. (2018), "Is Bitcoin Really Un-tethered?", disponibile alla URL: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3195066>.
- Guesmi K., Saadi S., Abid I. e Ftiti Z. (2019), "Portfolio Diversification with Virtual Currency: Evidence from Bitcoin", *International Review of Financial Analysis*, 63, pp. 431-437.
- Haeringer G. e Halaburda H. (2018), "Bitcoin a Revolution?", in Ganuza, J. e Llobert, G. (eds), *Economic Analysis of Digital Devolution*, Madrid: Funcas.

- Houben R. e Snyers A. (2018), *Cryptocurrencies and Blockchain*, Bruxelles: European Parliament.
- Huberman G., Leshno J. e Moalleni C. (2017) "Monopoly without a Monopolist", 14 ottobre, mimeo.
- Huberman G., Leshno J. e Moalleni C. (2018), "An Economic Analysis of the Bitcoin Payment System" 31 ottobre, mimeo.
- IMF – International Monetary Fund (2018), *Global Financial Stability Report: A Bumpy Road Ahead*, Washington (DC): Fondo monetario internazionale.
- Johnson G. e Pomorsky L. (2014), "Briefing on Digital Currencies", Remarks at Senate of Canada, 4 aprile, Ottawa.
- Jonker N. (2018), "What Drives Bitcoin Adoption by Retailers?", *DNB Working Paper*, n. 585, febbraio, Amsterdam: De Nederlandsche Bank.
- JP Morgan (2018), "Decrypting Cryptocurrencies: Technology, Applications and Challenges," *JP Morgan Global Research*, 9 febbraio.
- Ju L., Lu T. e Tu Z. (2016), "Capital Flights and Bitcoin Regulation", *International Review of Finance*, 16 (3), pp. 445-455.
- Kaiser B., Jurado M. e Ledger A. (2018), "The Looming Threat of China: An Analysis of Chinese Influence on Bitcoin", ottobre, mimeo.
- Kalinowsky W. (2011), *Currency Pluralism and Economic Stability: The Swiss Experience*, ottobre, Parigi: Veblen Institute for Economic Reform.
- Kelly J. (2019), "What Tether Could Be Going on with Bitcoin Price?", *Financial Times*, 1 luglio.
- Kharif O. (2017), "The Bitcoin Whales: 1000 People Who Own 40 Percent of the Market", *Business Week*, 8 dicembre, disponibile alla URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-08/the-bitcoin-whales-1-000-people-who-own-40-percent-of-the-market>.
- Klein T., Walther T. e Hien P. (2018), "Bitcoin Is Not the New Gold – A Comparison of Volatility, Correlation and Portfolio Performance", *International Review of Financial Analysis*, 59, pp. 105-116.
- Kokkola T. (2010), *The Payment System*, Francoforte: European Central Bank.
- Kregel J. (2019), "Alcune osservazioni sulla globalizzazione della finanza e delle valute digitali", *Moneta e Credito*, 72 (285), pp. 15-28.
- Kreft H. (2005), "Cashing Up With Mobile Money – The FairCASH way", gennaio, mimeo.
- Landau J. e Genais A. (2018), *Les crypto-monnaies, Rapport au ministre de l'économie et des finances*, 4 luglio, Parigi.
- Lo S. e Wang C. (2014), "Bitcoin as Money?", *Current Perspectives*, 14 (4), pp. 1-28.
- Mancini-Griffoli T., Martinez Peria M., Agur I., Ari A., Kiff J. e Popescu A. (2018), "Casting Light on Central Bank Digital Currency", *IMF Staff Discussion Notes*, n. 18-08, aprile, Washington (DC): International Monetary Fund.
- Mersch Y. (2019), "Money and Private Currencies: Reflections on Libra", intervento alla ECB Legal Conference, Francoforte, 2 settembre.
- Mobert J. (2018), "Bitcoin Myth, Misconceptions and Misunderstanding", *Deutsche Bank research Eu Monitor Global Financial Markets*, 9 febbraio.
- Muraki M., Torii I. e Xu T. (2017), "The Identity of Who Is Propping up the Bitcoin Market", *Deutsche Bank Group Market Research – Global Financial Strategy*, 14 dicembre.
- Nakamoto, S. (2008), "A peer-to-peer electronic cash system", mimeo.
- Naqvi M. e Southgate J. (2013), "Banknotes, Local Currencies and Central Bank Objectives", *Bank of England Quarterly Bulletin*, Q4, pp. 317-325.
- Niepert D. (2016), "Central Bank and Bitcoin: Not Yet a Torea", *Vox*, CEPR Policy Portal, 19 ottobre, disponibile alla URL: <https://voxeu.org/article/central-banking-and-bitcoin-not-yet-threat>
- Padoa Schioppa T. (1992), *Moneta e sistema dei pagamenti*, Bologna: Il Mulino.
- Perkins Coie (2019), "Digital Currencies: International Actions and Regulation", disponibile alla URL: <https://www.perkinscoie.com/en/news-insights/digital-currencies-international-actions-and-regulations.html>
- Regione Lombardia (2014), "Sistemi di valuta complementare: possibili applicazioni all'economia regionale", *Policy Paper IST* n. 13015, giugno, Milano.
- Reid F. e Harrigan M. (2013), *An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System*, in Altshuler, Y., Elovici, Y., Cremers, A., AharonY, N., Pentland, A. (Eds), *Security and Privacy in Social Networks* (pp. 197-223), New York: Springer.
- Rösl G. (2006), "Regional Currencies in Germany: Local Competition for Euro?", *Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series 1: Economic Studies*, n. 43, Francoforte: Deutsche Bundesbank.
- Roubini N. (2019), "The Great Crypto Heist", July 16, New York: Project Syndicate, disponibile alla URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/cryptocurrency-exchanges-are-financial-scams-by-nouriel-roubini-2019-07>
- Roubini N. e Byrne, P. (2018), "The Blockchain Pipe Dream", March 5, New York: Project Syndicate, disponibile alla URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/blockchain-technology-limited-applications-by-nouriel-roubini-and-preston-byrne-2018-03?barrier=accesspaylog>
- Schilling L. e Uhlig H. (2019), *Some Simple Bitcoin Economics*, in Fatas A. (a cura di), *Economics of Fintech and Digital Currencies* (pp. 31-38), London: CEPR Press.

- Sinha S. (2019), "IEOs, ICOs, STOs and now IDOs: How to Raise Funds for Crypto in 2019?", 2 settembre, disponibile alla URL: <https://it.cointelegraph.com/news/ieos-icos-stos-and-now-idos-how-to-raise-funds-for-crypto-in-2019>
- Yousaf H., Kappos G. e Meirklejohn S. (2019), "Tracing Transactions across Cryptocurrency Ledgers", 28esimo USENIX Security Symposium, 14-16 agosto, Santa Clara (CA).